ISSN 0181-1584

CRYPTOGAMIE

MYCOLOGIE

TOME 17 Fascicule 2 1996



PUBLICATION TRIMESTRIELLE

Juin 1996

CRYPTOGAMIE

Mycologie

ANCIENNE REVUE DE MYCOLOGIE
Fondée par R. Heim en 1936

Directeur de la publication : Dr. Hélène Bischler-Causse
Rédaction : Dr. Bruno Dennetière
Editeur : A.D.A.C. — 12 rue Buffon F-75005 Paris

MANUSCRITS

Les manuscrits doivent être adressés directement à un membre du Bureau de Rédaction, choisi pour sa spécialité. Le Bureau peut demander l'avis d'un lecteur même s'il n'appartient pas au Comité de Lecture. Bien qu'étant une revue de langue française, les articles rédigés en anglais, allemand, italien et espagnol sont acceptés. Les disquettes de micro-ordinateurs (IBM, IBM compatible et MacIntosh) sont vivement souhaitées. Les recommandations aux auteurs sont publiées dans le fascicule 1 de chaque tome. Les auteurs recevront 25 tirés-à-part gratuits ; les exemplaires supplémentaires seront à leur charge.

TARIFS DES ABONNEMENTS Tome 17, 1996

CRYPTOGAMIE comprend trois sections : Algologie, Bryologie-Lichénologie, Mycologie.

Pour une section :	France : (350 F ht) 357,35 F ttc	Étranger : 380,00 F
Pour les 3 sections :	France : (950 F ht) 970,00 F ttc	Étranger : 1050,00 F

Paiement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de

A.D.A.C. — CRYPTOGAMIE (CCP La Source 34 764 05 S)

adressé à : A.D.A.C. 12 rue Buffon, F-75005 Paris.

CRYPTOGAMIE, Mycologie est indexé par *Biological Abstracts*, *Current Contents*, *Geo Abstracts*, GEOBASE, Publications bibliographiques du CNRS (Pascal).

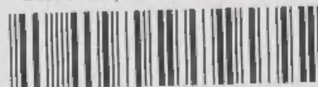
Illustration de couverture : *Clavaria vermicularis* Scop., dessin de R. Heim.

CRYPTOGAMIE

MYCOLOGIE

TOME 17 FASCICULE 2 1996

CONTENTS



AGARICALES sensu lato DE ARGENTINA. I

Gabriel MORENO * y Edgardo ALBERTÓ **.

* Dpto. de Biología Vegetal (Botánica), Universidad de Alcalá de Henares, 28.871 Alcalá de Henares, España.
** Dpto. de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Ciudad Universitaria, Pab. II, Universidad de Buenos Aires, 1428 Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN — Se describen y/o comentan 13 *Agaricales s. lato*, procedentes de diferentes localidades de Argentina, y se aportan planchas fotográficas de sus características microscópicas más importantes. *Chamaeota sphaerospora*, *Hygrocybe lepida*, *Mycena leaiana* y *M. pearsoniana* son nuevas citas para este país.

ABSTRACT — 13 species of *Agaricales s. lato*. collected from different places in Argentina are described and illustrated. *Chamaeota sphaerospora*, *Hygrocybe lepida*, *Mycena leaiana* and *M. pearsoniana* are new records for the country.

KEY WORDS: Argentina, taxonomy, chorology, *Agaricales s. lato*

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es el primero de una serie de aportaciones sobre diferentes especies de *Agaricales s. lato* de Argentina, con el objeto de ampliar su conocimiento en la región. Las especies son descritas e ilustradas. Además, se indica si existen sinonimias posteriores de estas especies de Spegazzini o Raithelhuber.

La bibliografía sobre *Agaricales* de Argentina es amplia, pero sin embargo son pocas personas las que han realizado estudios sobre el tema. Los primeros estudios fueron realizados por Spegazzini (1880a-c, 1881, 1887, 1898, 1899, 1902, 1908, 1909, 1912, 1913, 1917, 1919, 1921, 1922a-b, 1923a-b, 1924 y 1926a-b entre otros), quien describió numerosas especies. Singer (1945, 1947, 1949, 1950a-e, 1951, 1952a-c, 1953a-d, 1954, 1955a-c, 1956a-d, 1957a-b, 1958, 1959a-d, 1960a-b, 1961a-b, 1962, 1963, 1964, 1965a-b, 1966, 1968, 1969, 1970a-c, 1973, 1975a-b, 1976, 1977, 1982 y 1986), y Singer & Digilio (1951), estudiaron más ampliamente la flora agaricina argentina. Moser & Horak (1975), Horak (1964a-c, 1967, 1974/75, 1977a-c, 1978, 1979, 1982), y, recientemente, Gamundi Horak (1993), reconocieron numerosas especies de los bosques andino-patagónicos. Leal (1938) y Martínez (1945a-b, 1949, 1957) estudiaron varias especies. Raithelhuber (1972, 1974, 1977, 1979, 1980a-b, 1984a-b, 1985a-g, 1987a-d, 1988a-b, 1990a-c, 1991, 1992a-f, 1994a-e y 1995), describió parte de la flora Agaricina argentina. Ramadori (1985a-e, 1992, 1995) y recientemente Albertó & Wright (1994), Albertó & *al.* (1995), Heinemann (1962, 1986, 1987, 1990) y Albertó (1996) describieron algunas especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las preparaciones microscópicas han sido realizadas en NH_4OH 5 %, KOH 5 %, y rojo congo amoniacal, fotografiadas en un microscopio modelo Labophot (Nikon) con contraste de fases y sistema fotográfico automático incorporado. La película utilizada es Kodak Plus × pan 125 asa.

El material estudiado se conserva en el herbario de Micología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (BAFC); un duplicado de los mismos están depositados en la Universidad de Alcalá de Henares (AH)).

RESULTADOS

Chamaeota sphaerospora **(Peck) C. Kauffman, *The Agaricaceae of Michigan* : 534. 1918. (Fig. 1, a-j).**

Annularia sphaerospora Peck, *Bull. Torr. Bot. Club* 33: 216. 1906.

Material estudiado: ARGENTINA, Buenos Aires, Llavallol, Reserva Micológica de Santa Catalina, creciendo sobre restos leñosos, 25-IV-93, *leg.* E. Albertó, BAFC 33.103, AH 18.338; *Ibídem*, 4-IV-94, BAFC 33.384; *Ibidem*, 4-IV-94, BAFC 33.387.

Píleo 30-60 mm de diám., convexo a plano-convexo, obtusamente umbonado, de superficie levemente pubescente sobre todo en ejemplares jóvenes y hacia el margen, de coloración amarilla intensa semejante a la yema de huevo. Margen liso. Laminillas 4-8 mm de ancho, ventrudas, adnatas, subdistantes, de color blanquecino a rosado pálido en la madurez. Estipite 30-50 × 3-5 mm, cilíndrico, blanquecino, fibrilloso. Anillo simple, ínfero (en el primer tercio del pie), blanquecino, delicado, poco perceptible en la madurez. Contexto 3-5 mm de espesor, blanquecino a amarillo pálido. Esporada rosada. Olor y sabor no apreciables.

Pileipellis en tricodermis, formada por filamentos constituidos por hifas de 7-9 µm, cilíndricas, hialinas a levemente amarillentas, con pigmento soluble en NH_4 OH 5 %. Fíbulas no observadas. Esporas 5,5-6 × 4,5-5,5 µm, subglobosas a ovoides, hialinas, lisas, no amiloides ni dextrinoides. Basidios 20-22 × 6-8 µm, tetraspóricos, suburniformes. Queilocistidios 50-80 × 15-27 µm, de morfología variable, lageniformes de ápice capitado a subcapitado, que vuelven la arista estéril. Pleurocistidios muy abundantes semejantes a queilocistidios.

Observaciones: *Chamaeota sphaerospora* se caracteriza por la coloración amarilla del sombrero, presencia de anillo, esporada rosada, por sus grandes queilo y pleurocistidios y por sus esporas hialinas, subglobosas a ovoides. La morfología de su pileipellis, cistidios y esporas acercan el género a ciertas especies del género *Pluteus* Fr., siendo el principal carácter diferenciador la presencia de una anillo marcado en *Chamaeota*.

En la diagnosis original de Peck (1906), y en la descripción de Saccardo (1912), no se indica nada acerca de la presencia de cistidios himeniales, el resto de caracteres macroscópicos, forma y medida esporales, son coincidentes con nuestro material. Posteriormente Kauffman (1918), indica la presencia de queilocistidios y los

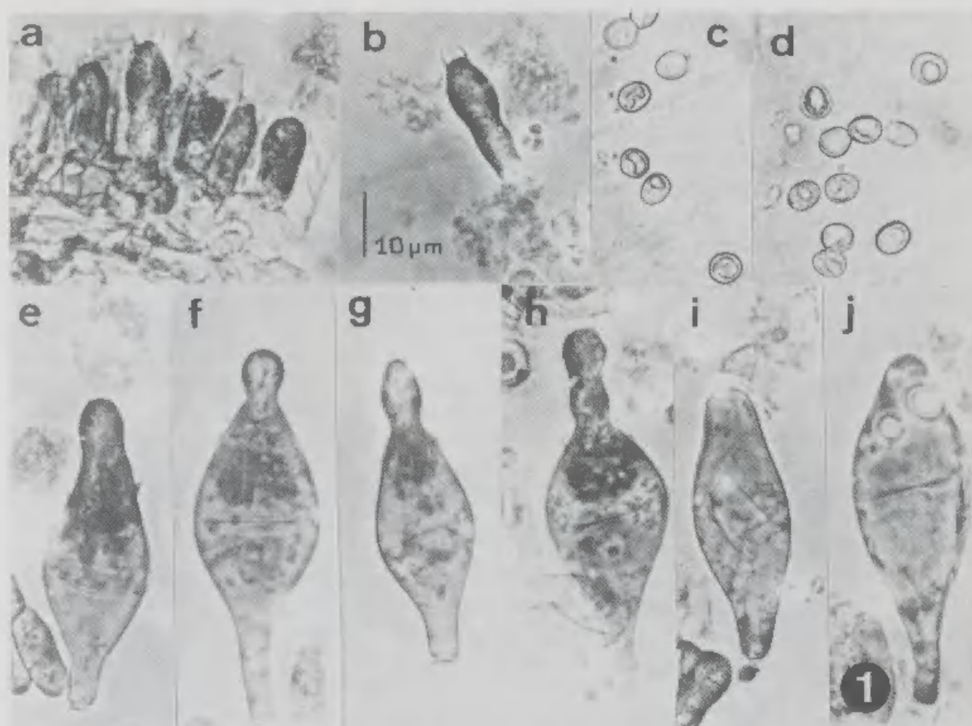


Fig. 1, a-j — *Chamaeota sphaerospora* (Peck) C. Kauffman, AH 18.338, a-b: basidios; c-d: esporas; e-j: cistidios.

describe someramente como sigue: "cystidia none, except on edge, which is densely covered by slender stalked long cells, enlarged at apex". El resto de caracteres macro y microscópicos de esta rara especie coinciden con nuestras colecciones.

Según Singer (1950a), el género *Chamaeota* no está bien representado en el sur de Sudamérica, y muchas especies que Spegazzini describió como *Annularia* no pertenecen a éste género. *Chamaeota sphaerospora* constituye la primera cita para Argentina.

***Cyptotrama asprata* (Berk.) Redhead & Ginns,** *Canad. J. Bot.* 58: 731. 1980. **(Fig. 2, a-m).**

Agaricus aspratus Berk., *London J. Bot.* 6: 481. 1847.

= *Collybia lacunosa* (Peck) Peck, *N. Y. State Educ. Dep. Bull.* 429 : 132. 1908.

= *Xerula chrysopepla* (Berk. & Cooke) Singer, *Mycologia* 35: 157. 1943.

= *Lepiota aurantiogemmata* Charles & Burl. *in* Charles, *Mycologia* 34: 324. 1942.

Material estudiado: ARGENTINA, Buenos Aires, Punta Lara, en restos leñosos, 11-V-93, *leg.* G. Moreno & E. Albertó, AH 18.338. Buenos Aires, Llavallol, Reserva Micológica de Santa Catalina, en restos leñosos, 4-IV-94, *leg.* E. Albertó, BAFC 33.390.

Píleo 10-27 mm. de diám., convexo a plano o infundibuliforme en la madurez, de superficie rugosa y lacunosa, densamente cubierta con terminaciones espinosas que se reúnen formando estructuras piramidales, que se vuelven más pequeñas y apretadas hacia el centro, píleo de coloración amarilla intensa, las espinas son más oscuras y poseen tonalidades anaranjadas. Laminillas adnatas a escotadas, subdistantes a distantes, de color blanco a amarillo pálido. Estípite 8-17 × 2-3 mm, cilíndrico, con la base bulbosa a subbulbosa, macizo, flocoso-fibrilloso, con presencia de escamas o espinas más abundantes hacia la base, concoloro o más claro que el píleo, pero más anaranjado hacia la base. Primordios de aproximadamente 3 mm. de diám., semejantes a esferas con gruesas espinas de color amarillo intenso a anaranjado. Contexto blanquecino a amarillo pálido. Olor y sabor no apreciables.

Pileipellis epitelial, de dimensiones muy variables, 12-20 µm de diám., formada por cadenas de células subglobosas a claviformes, de pared lisa, gruesa. Las espinas están formadas por hifas de morfología variable, cilíndricas, sinuosas, aveces ramificadas, subesféricas, 5-15 µm de ancho, de doble pared y coloración amarillenta. Esporas 9-10 × 6-7 µm, citriformes a veces ovoides, hialinas, de pared delgada, lisas, con una o dos gútulas, no amiloides ni dextrinoides. Basidios 36-50 × 7-9 µm, tetra o bispóricos, largamente claviformes. Queilocistidios 70-90 × 7-10 µm, de morfología variable, lageniformes de ápice capitado a subcapitado, claviformes o fusiformes, de pared delgada, hialinos a pálido ocráceos. Pleurocistidios escasos.

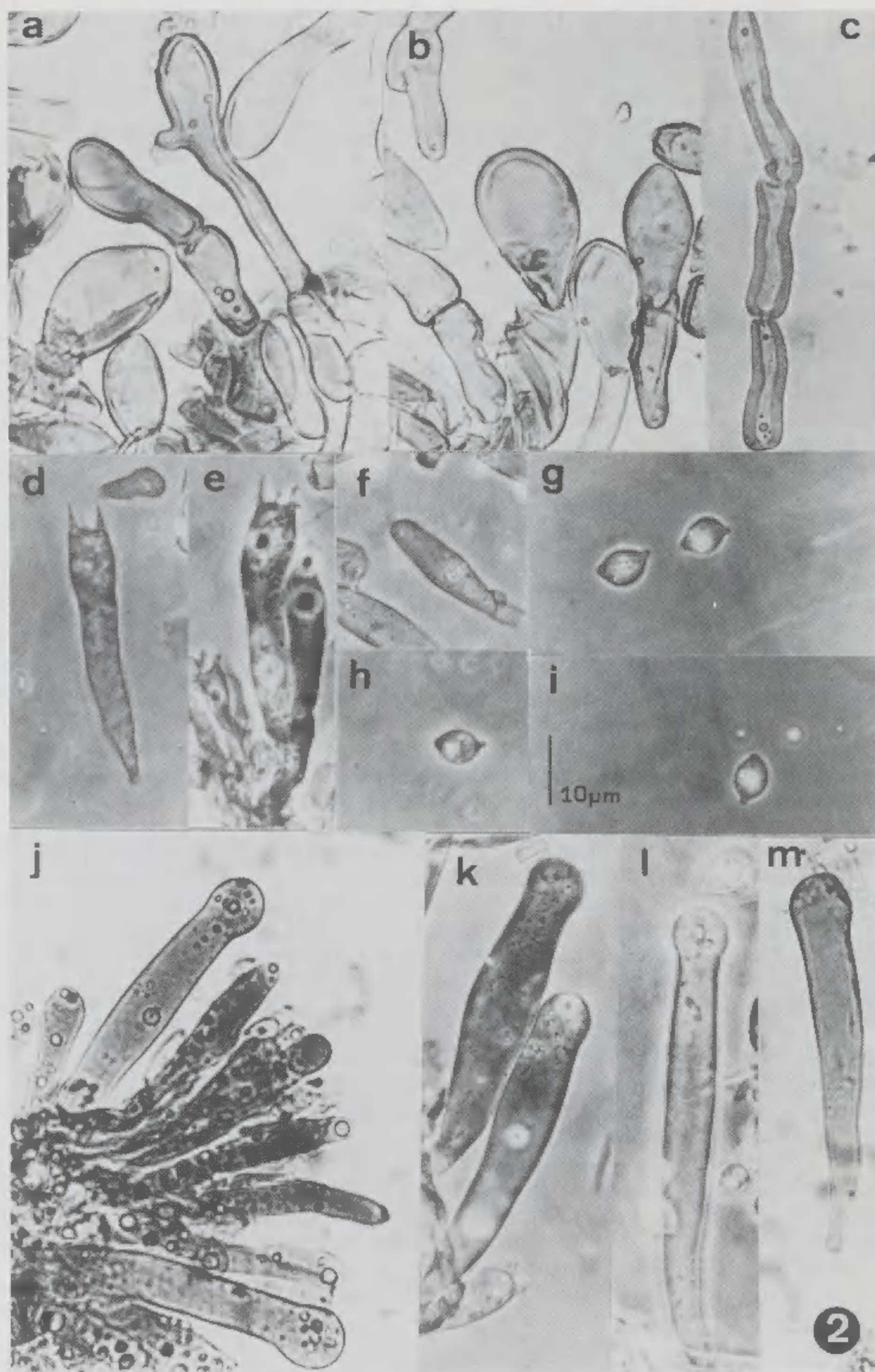
Observaciones: *Cyptotrama asprata* se caracteriza por su píleo y pie con tonalidades amarillentas y espinas características, hábitat lignícola, pileipellis himeniforme, esporas citriformes y cistidios de grandes dimensiones, caracteres que lo hacen fácilmente reconocible macro y microscópicamente. Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en todo el mundo pero aún no se conoce de Europa.

Singer (1975a) crea para esta especie la sección *Xerulina* Singer, *Cyptotrama asprata* ha sido interpretada de diferentes maneras y ha sido combinada a 14 géneros diferentes, una información completa podemos observarla en el trabajo de Redhead & Ginns (1980).

La morfología de las esporas y de sus queilocistidios la aproximan al género *Oudemansiella* Speg., las diferencias han sido indicadas por Singer (1986). Una especie próxima citada de Chile y Argentina es *Cyptotrama costesii* (Speg.) Singer, que se diferencia principalmente por la presencia de pigmentación verdosa citoplasmática, mientras que *C. asprata* la presenta de color amarillo en las paredes de las hifas de la pileipellis (Redhead & Ginns, 1980). Estas son las únicas diferencias indicadas por Redhead & Ginns (1980).

Cyptotrama costesii ha sido descrita por primera vez para Chile por Spegazzini (1917), como *Collybia costesii*, y fue citada posteriormente por Spegazzini (1926b) y por Martínez (1945) para Punta Lara (Buenos Aires), localidad de donde proceden nuestras muestras. Martínez (1945) indica que su material coincide macro y microscópicamente con *Lepiota aurantiogemmata* Charles & Burl., taxon que es sinonimizado por Redhead & Ginns (1980) con *Cyptotrama asprata*. Nuevos estudios son necesarios para diferenciar ambos táxones tan próximos, nosotros preferimos mencionar nuestras recolecciones de Punta Lara como *C. asprata* por las tonalidades amarillas a anaranjadas de la pileipellis y microscopía coincidente con el estudio de Redhead & Ginns (1980). Estos mismos autores indican la presencia de esta especie en Argentina.

Fig. 2, a-m — *Cyptotrama asprata* (Berk.) Redhead & Ginns, AH 33.390, a-c: pileipellis; d-e: basidios; f: fíbula; g-i: esporas; j-m: pleurocistidios.


a
b
c
d
e
f
g
h
i
10μm
j
k
l
m
2

Dictyopanus pusillus **(Lév.) Singer, *Lloydia* 8: 224. 1945. (Fig. 3, a-h).**

Gloeoporus pusillus Lév., *Ann. Sc. Nat. 3me sér.* 2: 195. 1844.

= *Gloeoporus guaraniticus* Speg., *Bol. Acad. Nac. Ci.* 2: 74 (reprint). 1889.

Material estudiado: ARGENTINA, Buenos Aires, Llavallol, Reserva Micológica de Santa Catalina, en restos leñosos, 6-V-93, *leg.* G. Moreno & E. Albertó, AH 18.340.

Píleo 0,4-1,2 cm de diám., espatuliforme, de superficie lisa a ligeramente villosa, de coloración crema pajiza. Himenóforo pajizo claro formado por tubos angulosos, adnatos, de 2-3 por mm. Estípite lateral de aprox. 0,5 mm, cilíndrico, concoloro o más claro que el píleo. Contexto blanquecino a crema pálido. Olor y sabor no apreciables.

Pileipellis formada por hifas cilíndricas con divertículos abundantes. Basidios 15-17 × 3,5-4 µm, tetraspóricos y claviformes. Esporas 3,5-4 × 2-2,5 µm, elipsoidales, hialinas. Queilocistidios 20-45 × 5-6 µm, de morfología variable, con divertículos abundantes de 0,5-1 × 0,5 µm. Hifas de la trama de dobles paredes con pigmentación de membrana extracelular. Fíbulas presentes.

Observaciones: *Dictyopanus pusillus* se caracteriza por su pequeño porte, himenóforo formado por tubos, pie lateral, pileipellis y queilocistidios en brocha y pequeñas esporas. La morfología de la pileipellis y los queilocistidios acercan *Dictyopanus* al género *Mycena* (*Agaricales*).

Singer (1986) lo clasifica en la familia *Tricholomataceae* tribu *Panelleae*, y sería por tanto un elemento de unión entre *Aphyllophorales* y *Agaricales*. Un amplio estudio de esta especie aparece en el trabajo de Singer (1945).

Hygrocybe lepida **Arnolds, *Persoonia* 13: 139, 1986. (Fig. 4, a-d)**

Hygrophorus turundus var. *lepidus* Boud., *Bull. Soc. Mycol. France* 13: 12, 1897.

= *Hygrocybe cantharellus s. auct.*

Material estudiado: ARGENTINA, Buenos Aires, Punta Lara, creciendo en suelos anegados calcáreos, 10-VI-95, *leg.* E. Albertó, AH 18.341.

Píleo 5-10 mm de diám., hemisférico a convexo, con el centro algo deprimido a umbilicado, de coloración anaranjada a rojiza con tonalidades amarillentas, coloraciones que varían según el grado de hidratación. Escamas concoloras presentes hacia el centro del píleo. Laminillas espaciadas, fuertemente decurrentes, gruesas, de coloración blanquecina, a anaranjado amarillenta. Estípite 10-17 × 1-2 mm, cilíndrico, fistuloso, concoloro con el píleo, más claro hacia la base, glabro y seco. Contexto muy delgado amarillo pálido. Olor no apreciable, sabor fúngico.

Pileipellis en cutis con algunas terminaciones en tricodermis formada por hifas cilíndricas 2-5 µm de diám. Himenóforo 40-60 × 8-12 µm, formado por células cilíndricas. Esporas 9-10 × 4,5-5 µm, elipsoidales, de pared delgada, lisas, con numerosas gútulas, no amiloides ni dextrinoides. Basidios 45-60 × 6-9 µm, tetraspóricos, largamente claviformes. Cistidios no observados. Fíbulas presentes.

Observaciones: *Hygrocybe lepida*, se caracteriza por la coloración anaranjada del píleo, sus laminillas fuertemente decurrentes y las células cilíndricas y cortas del himenóforo. *Hygrocybe helobia* (Arnolds) M. Bon, es muy parecido macroscópicamente pero se diferencia por las células de la trama del himenóforo que son cilíndricas que varían de (65) 150-700 × (8-) 10-34 (-42) µm, (Arnolds, 1990).

Hygrocybe lepida constituye la primera cita para Argentina.

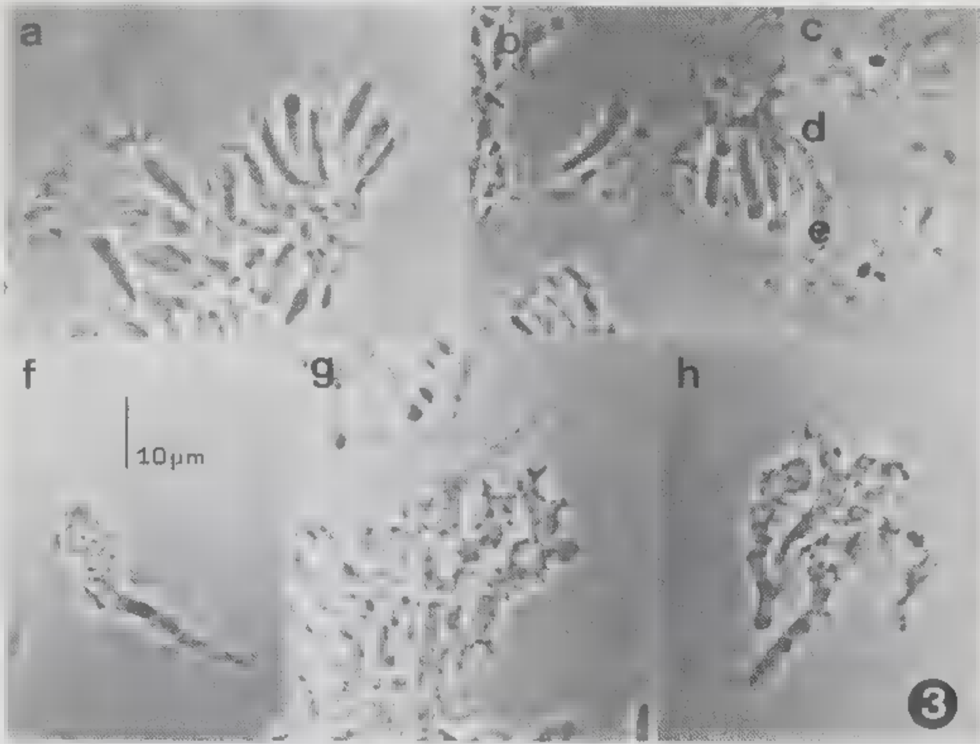


Fig. 3, a-h — *Dictyopanus pusillus (Lév.) SINGER* AH 18.340, a-b: basidios y basidiolos; c-e: esporas; f-h: queilocistidios.

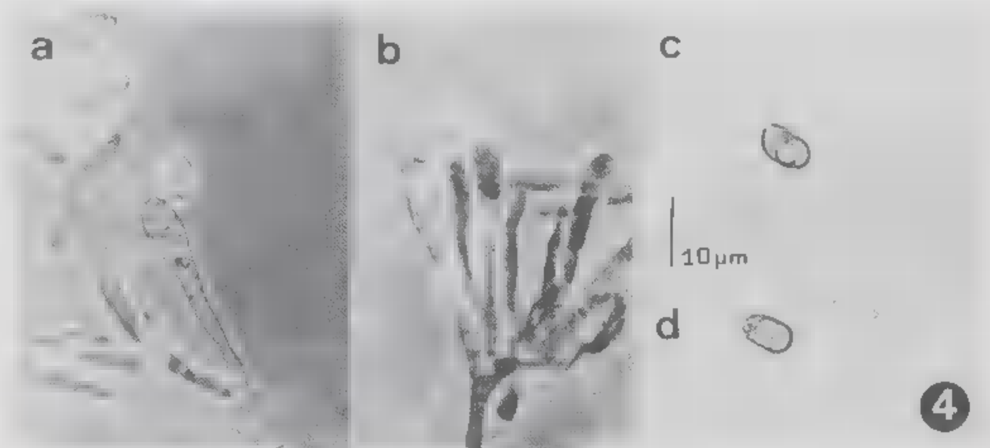


Fig. 4, a-d — *Hygrocybe lepida* Arnolds, AH 18.341, a-b: basidios; c-d: esporas.

***Lentinus velutinus* Fr., *Linnaea* 5: 510. 1830. (Fig. 5, a-d)**
= *L. fallax* Speg., *Anales Soc. Ci. Argent.* 16: 274. 1883.
= *L. pseudociliatus* Raithelhuber, *Hong. Argent.* 1: 146. 1974.
= *L. fulvus* Berk., *Ann. Mag. Nat. Hist. ser.* 1, 10: 396, pl. 9/1. 1842.
= *Panus fulvus* (Berk.) Pegler & Rayner, *Kew Bull.* 23: 385. 1969

Material estudiado: ARGENTINA. Misiones, Iguazú, Parque Nacional, 14-V-93, *leg.* J. E. Wright, A. Altés & G. Moreno, AH 18.342; Tucumán, Chichigasta, Alpachisi, 12-VII-46, *leg.* A. Garolera, BACF 34.019; Tucumán, San Javier, 28-VIII-63, *leg.* R. Singer BAFC 34.021; Salta, SO del Río del Valle, 21-IV-56, *leg.* C. Gómez & G. Zubieta, BAFC 34.020.

Píleo 2-5 mm de diám., delgado, coriáceo, infundibuliforme, de coloración castaña a pardo obscura, más obscura en el centro, seco, uniformemente estrigoso a cortamente híspido. Margen delgado, involuto. Laminillas arqueadas, cortamente decurrentes, castaño claras a veces con tonalidades violáceas. Estípite 7-10 × 2-3 mm, cilíndrico, fistuloso, ensanchándose hacia la base que es algo bulbosa, concoloro con el píleo, todo él uniformemente híspido con el tomento extendiéndose hasta la base.

Pileipellis en tricodermis formada por hifas cilíndricas 2-5 µm de diám., de pared engrosada, castañas. Contexto delgado, blanquecino, constituido por un sistema hifal dimítico con presencia de hifas generativas e hifas esqueléticas. Hifas generativas 1,5-4 µm de diám., hialinas, de pared delgada, con fíbulas. Hifas esqueléticas 2-4 µm de diám., de pared engrosada con un estrecho y continuo lumen. Esporas 5-7 × 3-4 µm, elipsoidales, de pared delgada, hialinas, lisas, con numerosas gútulas, no amiloides ni dextrinoides. Basidios 18-22 × 4-5 µm, tetraspóricos, claviformes. Esclerocistidios 20-60 × 3-12 µm, de pared finalmente engrosada. Fíbulas presentes.

Observaciones: *Lentinus velutinus* es una especie bien definida que se caracteriza por sus fructificaciones lignícolas cubiertas de pubescencia, esporas cilíndricas y esclerocistidios.

Esta especie es muy común en el centro y norte del país. Es de distribución pantropical y muy frecuente en Sudamérica (Pegler, 1983). Singer determinó varias colecciones de *Lentinus velutinus* como *Panus badius* (Berk) Singer, (BAFC: 34.020,

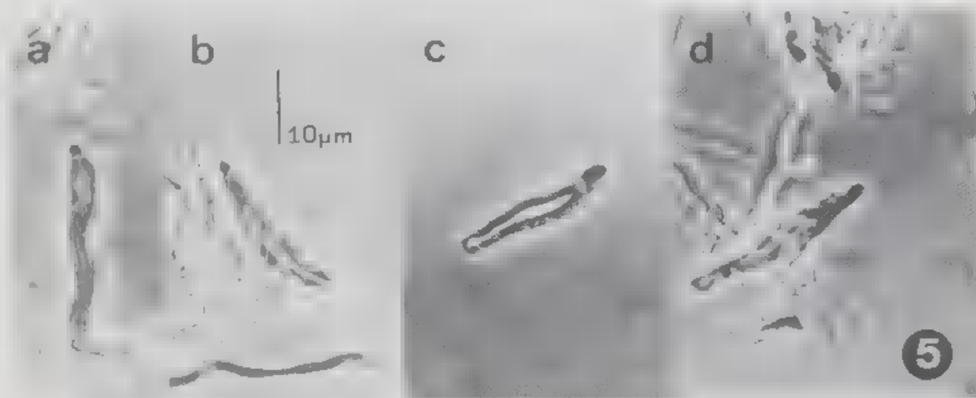


Fig. 5, a-d — *Lentinus velutinus* Fr., AH 18.342. a-d: esclerocistidios.

34.021, y otras colecciones de Bolivia, Brasil y Colombia también depositadas en BAFC). Pegler & Rayner (1969) llamaron a esta última especie *P. fulvus* Berk. Según Singer (1975a, 1986) "they consider only the authentic material of *P. badius* from Ceylon as identical with *P. fulvus*. The holotype is said to be different. I have, however, seen both specimens and said in my notes (unpublished) that the holotype is merely deteriorated, denudated form or stage of *P. siparius* (Berk. & Curt.) Singer = *P. fulvus* = *L. velutinus*, which is in accordance with the type description as given by Berkeley 1842". Sin embargo Pegler (1983) consideró a *Panus* como un subgénero del género *Lentinus*, y reconoce tres especies diferentes *Lentinus velutinus*, *L. badius* y *L. tephroleucus* Mont. (= *P. siparius*).

Lepista sordida **(Schumacher : Fr.) Singer, *Lilloa* 22: 193. 1951.**

Agaricus sordidus Schumacher, *Enum. pl. Saellandiae*: 341. 1803.

Agaricus sordidus Schumacher : Fr., *Syst. mycol.* 1: 51. 1821.

Material estudiado: ARGENTINA, Capital Federal, Villa del Parque, 4-V-95, *leg.* L. Dapchiz, BAFC 33.936.

Observaciones: Esta especie crece abundante en la costa Bonaerense forestada con pinos alóctonos sobre suelo arenoso que se encuentra todo el año cubierto por pinocha. Los lugareños la consumen al confundirla con *Lepista nuda*.

Lepista sordida difiere principalmente de *L. nuda*, porque posee el píleo de tamaño menor, higrófano, de coloraciones violáceas variables que toman colores pardos a crémeos en la madurez sobre todo en el ápice del píleo; el resto de los caracteres son muy similares por lo que su diferenciación es a veces difícil.

Bigelow (1982), consideró con ciertas dudas, a *Lepista sordida* y *L. nuda* como dos especies distintas dentro del género *Clitocybe*, basando su separación en las diferencias de tamaño y color. Bigelow (*op. cit.*) consideró a *L. sordida* como sinónimo de *Clitocybe tarda* Peck.

En Argentina también se ha descrito otra especie, *Lepista argentina* (Speg.) Singer, muy próxima a *L. sordida*. Singer (1950a) estudió el tipo de *L. argentina*; ésta difiere por sus esporas más grandes, 6,5-8(9,8) × 3,8-4,4(6,5) µm y por una ornamentación esporal más leve. Estas diferencias parecen poco convincentes para separar las tres especies. *L. sordida* y *L. argentina* posiblemente deban considerarse ecótipos o variedades de *L. nuda*.

Mycena leaiana **(Berk.) Sacc., *Syll. Fung.* 9: 38. 1891. (Fig. 6, a-o)**

Agaricus (*Mycena*) *leaiana* Berk., *Lond. Journ. Bot.* 4: 300. 1845.

Material estudiado: ARGENTINA, Buenos Aires, Punta Lara, sobre restos leñosos, 11-V-93, *leg.* G. Moreno & E. Albertó, BAFC 33.104, AH 18.343.

Píleo 1-3,5 cm de diám., globoso, cónico campanulado a campanulado, de coloración anaranjada a anaranjada amarillenta, más o menos amarillo huevo en la madurez, muy viscoso. Margen excedente, estriado por trasparencia. Láminas adnatas, amarillentas con la arista con tonos anaranjados. Pie 3-7 × 0,2-0,4 cm, curvado, cilíndrico, viscoso, hueco, con la base estrigosa, concoloro al sombrero más claro hacia el ápice, todo él cubierto de una pruina amarillenta. Olor y sabor no anotados.

Pileipellis en pellis con hifas ramificadas. Esporas 7-9 × 4-6 µm, elipsoidales, lisas, hialinas, amiloides. Basidios claviformes tetraspóricos. Pleurocistidios 35-50 ×

9-12 µm, muy abundantes, fusiformes y generalmente mucronados, con un apéndice de longitud variable, con un contenido homogéneo de color pardo ocráceo a amarillo ocráceo (nos recuerdan a los crisocistidios de algunas especies de *Stropharia*). Cheilocistidios 40-60 × 5-10 µm, volviendo la arista estéril, de morfología variable, cilíndricos, subcilíndricos, fusiformes, raramente claviformes con el ápice más o menos dividido. Trama de color vinoso púrpura en reactivo de Melzer.

Observaciones: *Mycena leaiana* se reconoce fácilmente por su crecimiento fuertemente cespitoso, por la superficie viscosa y por las coloraciones amarillo anaranjadas de sus basidiomas, y por sus cistidios faciales y marginales muy diferentes de morfología, pero muy característicos.

Maas Geesteranus & Horak (1995), describen una nueva especie, *Mycena punctillipes*, de Nueva Guinea, muy parecida macroscópicamente a *M. leaiana*, pero se diferencia principalmente por sus queilocistidios fusiformes que son semejantes a los pleurocistidios, lo que no ocurre en *M. leaiana*.

Esta especie es frecuente en la zona de estudio y no aparece citada en Argentina según la bibliografía revisada.

Mycena pearsoniana **Dennis ex Singer, *Sydowia* 12: 233. ("1958") 1959.**

= *Mycena puroides* Joss. *in Bull. Soc. Mycol. France* 75: 372 ("1959") 1960.

= *Mycena pseudopura* Cooke *s.* Kühner. *non* Cooke, *Genre Mycena*: 451, 1938.

Material estudiado: ARGENTINA, Buenos Aires, Llavallol, Reserva Micológica de Santa Catalina, creciendo sobre suelo entre pinocha, 4-IV-94, *leg.* E. Albertó & E. Fernández, BAFC 33.380, AH 18.344.

Píleo 6-20 mm de diám., hemisférico a campanulado aplanándose en la madurez, frágil, de coloración variable, violeta oscuro en la madurez, aclarándose a medida que envejece pasando de púrpura claro a rosado pálido, liláceo claro o isabelino pálido. Margen estriado por trasparencia. Laminillas sinuadas, adnatas, intervenadas, con lamélulas. Pie 20-50 × 1-2,5 mm, lilaceo vináceo a rosado con tonalidades más claras hacia la base, frágil, liso, fistuloso, con micelio blanquecino en la base. Olor y sabor claramente rafanoides.

Pileipellis formada por hifas cilíndricas, 1,5-4,5 µm de diám., fibuladas. Esporas 6-9 (9,5) × 3,5-4 µm, elipsoidales, hialinas, lisas, no amiloides. Basidios 28-33 × 5-6.5 (7.5) µm, tetraspóricos, claviformes. Queilocistidios 56-70 × 6-7 µm, fusiformes e hialinos. Pleurocistidios no observados. Trama laminal dextrinoide, tomando una coloración fuertemente vinácea.. Caulocistidios 27-50 × 6,5-12,5 µm fusoides a claviformes. Fíbulas presentes.

Observaciones: *Mycena pearsoniana* se caracteriza por su parecido macroscópico con *M. pura* (Pers.: Fr.) Kumm., y se diferencia bien microscópicamente principalmente por sus esporas no amiloides.

Mycena pearsoniana aparece citada de Europa, México y de las Antillas y fructifica comúnmente en humus de árboles caducifolios, entre hierbas, y menos frecuente en humus de coníferas, (Maas Geesteranus, 1989).

Fig. 6, a-o — *Mycena leaiana* (Berk.) Sacc., AH 18.343, a-g: queilocistidios; h-k: esporas; l-o: pleurocistidios.


a
b
c
d
e
f
g
h
i
j
k
l
10µm
m
n
o
6

***Psathyrella conopilea* (Fr.) Pearson & Dennis, *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 31: 185. 1948. (Fig. 7, a-g).**

= *P. subatrata* (Batsch) Quél., *Bull. Soc. Amis Sci. Nat. Rouen, ser.* II, 15: 161 ("1879") 1880.

Material estudiado: ARGENTINA, Buenos Aires, Parque Pereira Iraola, creciendo próximo a *Eucaliptus globulus*, 11-V-93, *leg.* G. Moreno & E. Albertó, AH 18.346; 5-VI-93, Llavallol, Reserva Micológica de Santa Catalina, *leg.* E. Albertó, BAFC 33.272.

Observaciones: Esta especie se diferencia fácilmente por la presencia de largas setas o pileocistidios de dobles paredes y de color pardo obscuro.

Descrita recientemente para Argentina por Albertó *et al* (1996), se manifiesta como una especie humícola y nitrófila, frecuente en bosques y jardines alóctonos de las proximidades a Buenos Aires.

***Psilocybe cubensis* (Earle) Singer, *Sydowia* 2: 37, 1948. (Fig. 8, a-g)**

Stropharia cubensis Earle, *Est. Agron. Cuba* 1: 240, 1906.

Material estudiado: ARGENTINA, Entre Ríos, Paranacito, sobre estiércol de vacuno, 4-VI-94, *leg.* D Cabral, BAFC 33.488, AH 18.348.

Píleo 30-65 mm de diám., cónico a convexo, en la madurez plano-convexo, umbonado, naranja ocráceo a castaño ocráceo, más claro a blanquecino hacia el margen, con abundantes y pequeñas escuamulas hacia el ápice del píleo, blanquecinas, víscido, higrófano, con margen entero. Contexto 3-5 mm de ancho, blanquecino que vira a tonalidades azuladas al corte. Laminillas escotadas a adnatas sinuadas, de aprox. 5 mm de anchura, violáceo oscuras en la madurez, en ocasiones moteadas, con la arista blanquecina. Estípite 75-120 × 8-15 mm, cilíndrico, subbulboso, de color blanquecino-crémeo a grisáceo, liso, fibrilloso, fistuloso, que vira a tonalidades azuladas al rozamiento o al corte, más intensas en la base, donde se observan restos de estiércol aglutinados por el micelio. Anillo simple, frágil, persistente, blanco o con tonalidades violáceas en la cara superior por el deposito de esporas. Olor y sabor fuertemente farináceos.

Esporas 13,5-15 (15,5) × (7,5) 8-9 µm, elipsoidales a subhexagonales de frente, pardo amarillentas, con pared engrosada y con poro germinativo apical y central. Basidios 23-33 × 10-12 µm, tetraspóricos, claviformes a subcilíndricos, hialinos. Pleurocistidios 18-35 × 7-10 µm, de morfología variable, hialinos, lageniformes, capitados a subcapitados. Queilocistidios (17) 27-35 × 7-10 µm semejantes a los pleurocistidios. Pileipellis formada por una cutis de hifas cilíndricas de 7-15 µm de diám., hialinas a castañas. Fíbulas presentes.

Observaciones: *Psilocybe cubensis* pertenece a la sección *Cubensae* Guzmán, que se halla ampliamente distribuida en toda América y también en Australia (Guzmán, 1983), esta especie es comúnmente confundida con *P. subcubensis* Guzmán, del que se diferencia solamente por sus esporas y pleurocistidios algo más pequeños.

La ausencia de crisocistidios aunque presente anillo encuadran a esta especie en el género *Psilocybe* y no en *Stropharia*. Las tonalidades azuladas en los basidiocarpos de las especies de *Psilocybe* coinciden con la presencia de psilocibina.

Fig. 7, a-g – *Psathyrella conopilea* (Fr.) Pearson & Dennis, AH 18.346. a: pileipellis, b-g: esporas y pileocistidios.

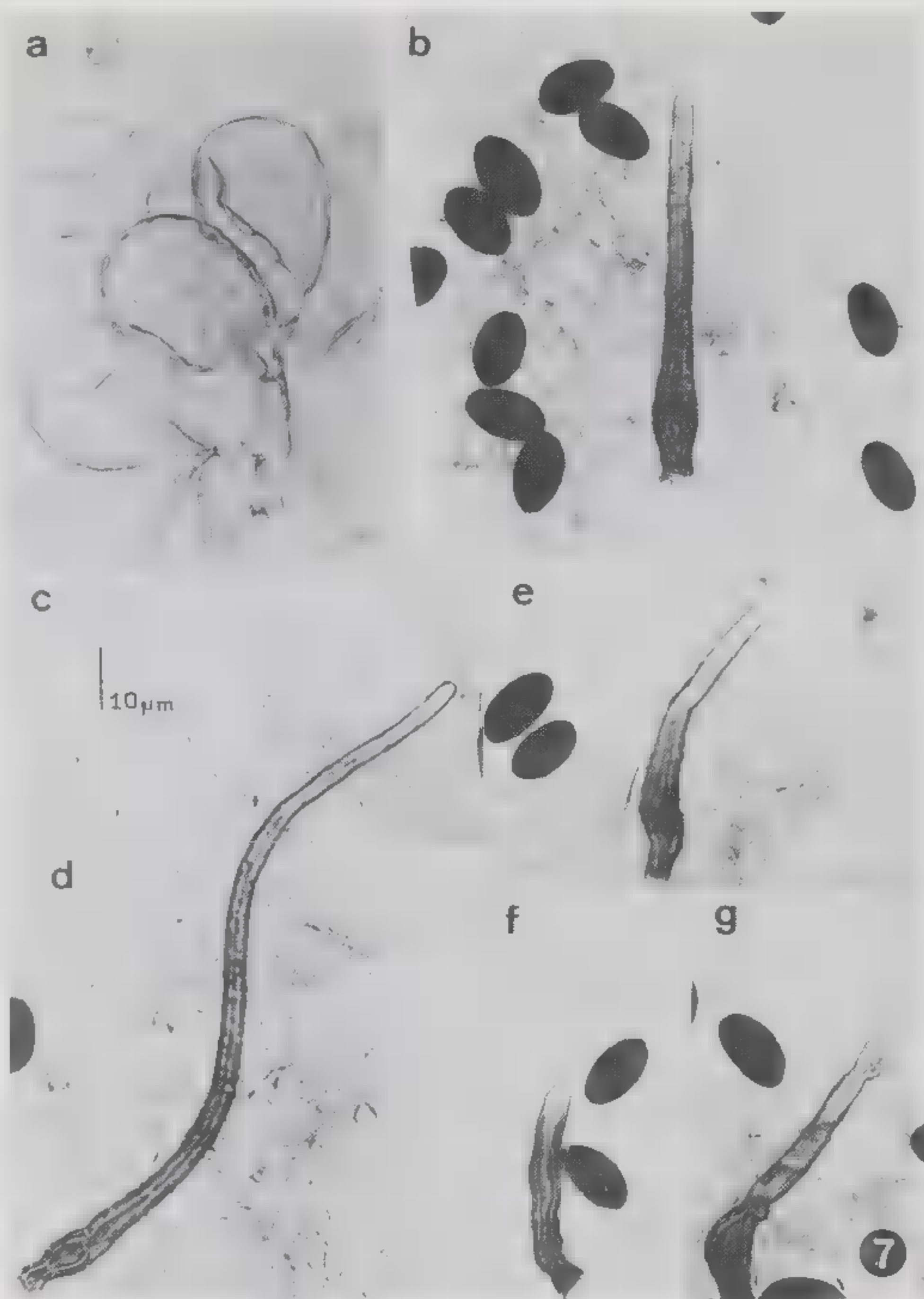

a
b
c
10µm
d
e
f
g
7



Fig. 8, a-g - *Psilocybe cubensis* (Earle) SINGER AH 18.348, a-d: queilocistidios; e-g: esporas.

Stropharia aurantiaca **(Cooke) Imai, *J. Fac. Agr. Hokkaido Imp. Univ.* 43 (1-2): 267. 1938. (Fig. 9, a-h).**

Agaricus squamosus Fr. f. *aurantiacus* Cooke, *Handbook of British Fungi* II: 199.1883.

Stropharia aurantiaca (Cooke) P. D. Orton, *Trans. Br. Mycol. Soc.* 43: 181. 1960. (*comb. superfl.*)

Naematoloma aurantiacum (Cooke) Guzmán, *Beih. Nova Hedwigia* 51: 114. 1975.

Hypholoma aurantiacum (Cooke) Faus *in* G. Moreno & Faus, *Bol. Soc. Micol. Castellana* 7: 70. 1982.

= *Psilocybe aurantiaca* (Cooke) Noordel., *Persoonia* 16: 128. 1995.

= *Flammula puigarii* Speg., *Bol. Acad. Nac. Ci.* 11: 418. 1889.

= *Naematoloma puigarii* (Speg.) Singer *ex* Singer, *Agaricales Modern Taxonomy* : 541. 1962.

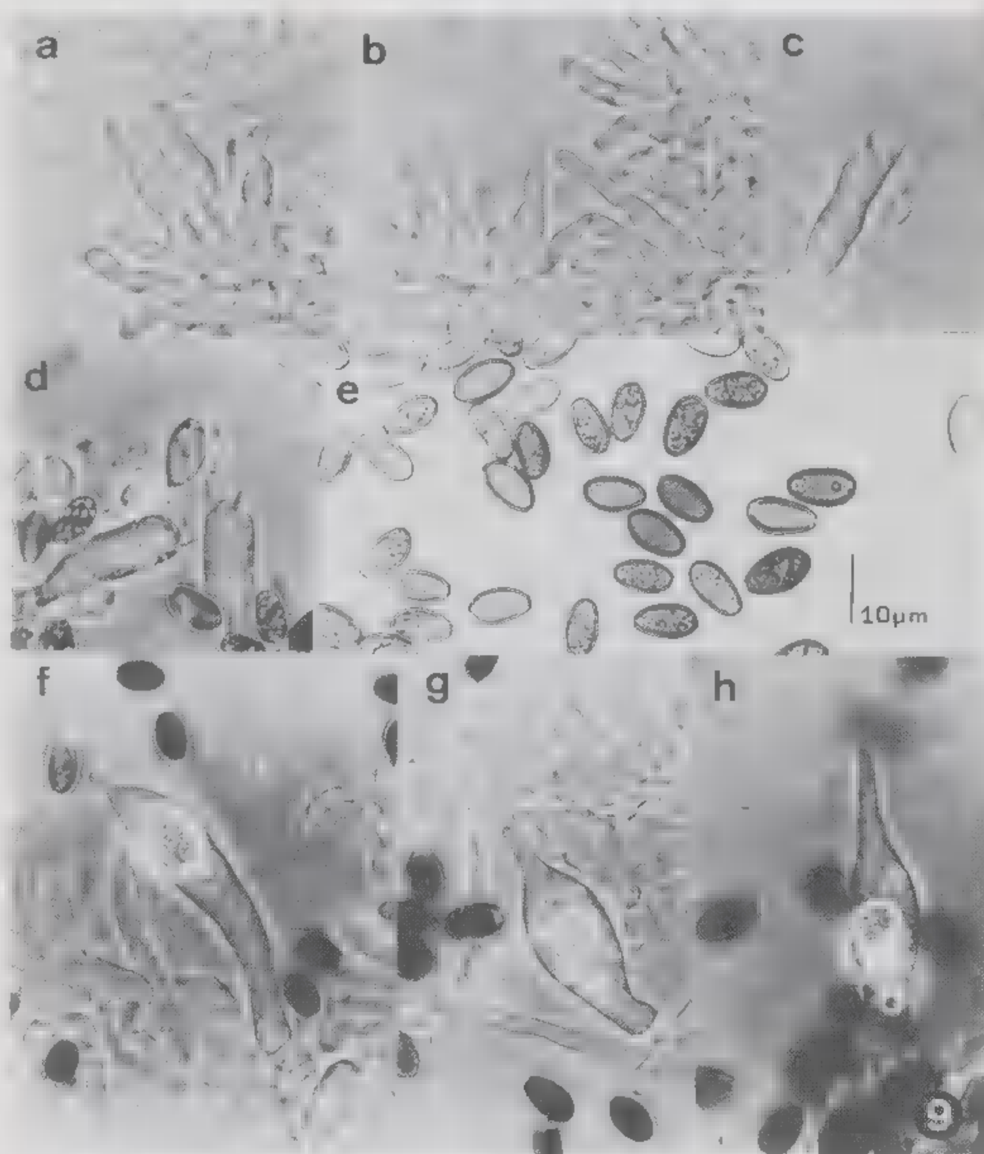


Fig. 9, a-h — *Stropharia aurantiaca* (Cooke) Imai, AH 18.347, a-b: queilocistidios; c-d: basidios; e: esporas; f-h: crisocistidios faciales.

Material estudiado: ARGENTINA. Buenos Aires, Llavallol, Reserva Micológica de Santa Catalina, muy frecuente sobre ramas y en restos leñosos enterrados, 4-V-72, *leg.* J. Deschamps, Rovetta & Vicari; *Ibid.* 6-V-93, *leg.* G. Moreno & E. Albertó, AH 18.347. ESPAÑA, Exposición de Galdácano (País Vasco), 22-III-76, *leg.* Peña Micológica de Sta. Cruz de Galdacano. AH 1.075.

Píleo 15-50 mm de diám., hemisférico a plano-convexo, glabro, liso, víscido, de coloración rojiza viva, roja cinabrio a rojiza color ladrillo, con restos de velo blanquecino, dispuesto regularmente en grupos en el margen del píleo y que pueden faltar en ejemplares maduros. Laminillas adnatas de color grisáceo a violáceo. Estípite 30-80 × 2-8 mm, ocráceo, blanco amarillento hacia el ápice, cilíndrico, curvado, flexuoso, pruinoso furfuráceo, con cordones miceliales blanquecinos. Anillo poco marcado, fugaz y de color blanquecino. Olor y sabor poco remarcables. Esporada violeta purpúreo.

Pileipellis en ixocutis formada por hifas cilíndricas. Esporas 10,5-14 × 6,5-8 µm, elipsoidales, con poro germinativo, apical y central, de color pardo castaño. Basidios hasta 30 × 7 µm, tetraspóricos, cilíndricos a claviformes. Queilocistidios 28-38 × 5-7 µm, lageniformes, hialinos, volviendo la arista estéril. Crisocistidios faciales 40-65 × 10-18 µm, muy abundantes y de morfología variable, fusiformes a cilíndricos, con un cuello de longitud variable raramente dividido, inclusión amarillenta muy patente. Fíbulas presentes.

Observaciones: *Psilocybe aurantiaca* se caracteriza por la coloración rojiza del píleo, anillo fugaz, crisocistidios y esporas elipsoidales.

Es una especie muy rara en Europa (citada de Alemania, España, Francia, Holanda, Suiza e Inglaterra) más frecuente en América del Sur (de Argentina donde se la conoce con la denominación de *Naematoloma puigarii*, y de México), de Australia y de Japón. A este respecto destacamos los trabajos de Moreno & Faus (1982) y Moreno & *al.* (1986).

La sinonimia de *Flammula puiggarii* Speg., con *Stropharia aurantiaca*, después de revisar el material *typus* (LPS-37612), ya fue indicada por Guzmán (1975), autor que considera mejor ubicada esta especie en el género *Naematoloma*. Este parecer también es compartido por Faus en Moreno & Faus (1982), basándose principalmente en la presencia de una subcutis (*hypodermium*) constituida principalmente por células subglobosas, estos autores realizan las combinaciones pertinentes a *Naematoloma* e *Hypholoma* respectivamente, géneros considerados sinónimos y siendo preferente en la actualidad *Hypholoma*.

Noordeloos (1995) considera los géneros *Melanotus*, *Stropharia* e *Hypholoma* incluidos en diversas secciones del género *Psilocybe*, nosotros preferimos seguir un tratamiento más clásico a este respecto.

***Tubaria furfuracea* (Pers. : Fr.) Gillet, *Champ. France* : 538. 1876. (Fig.10, a-k)**

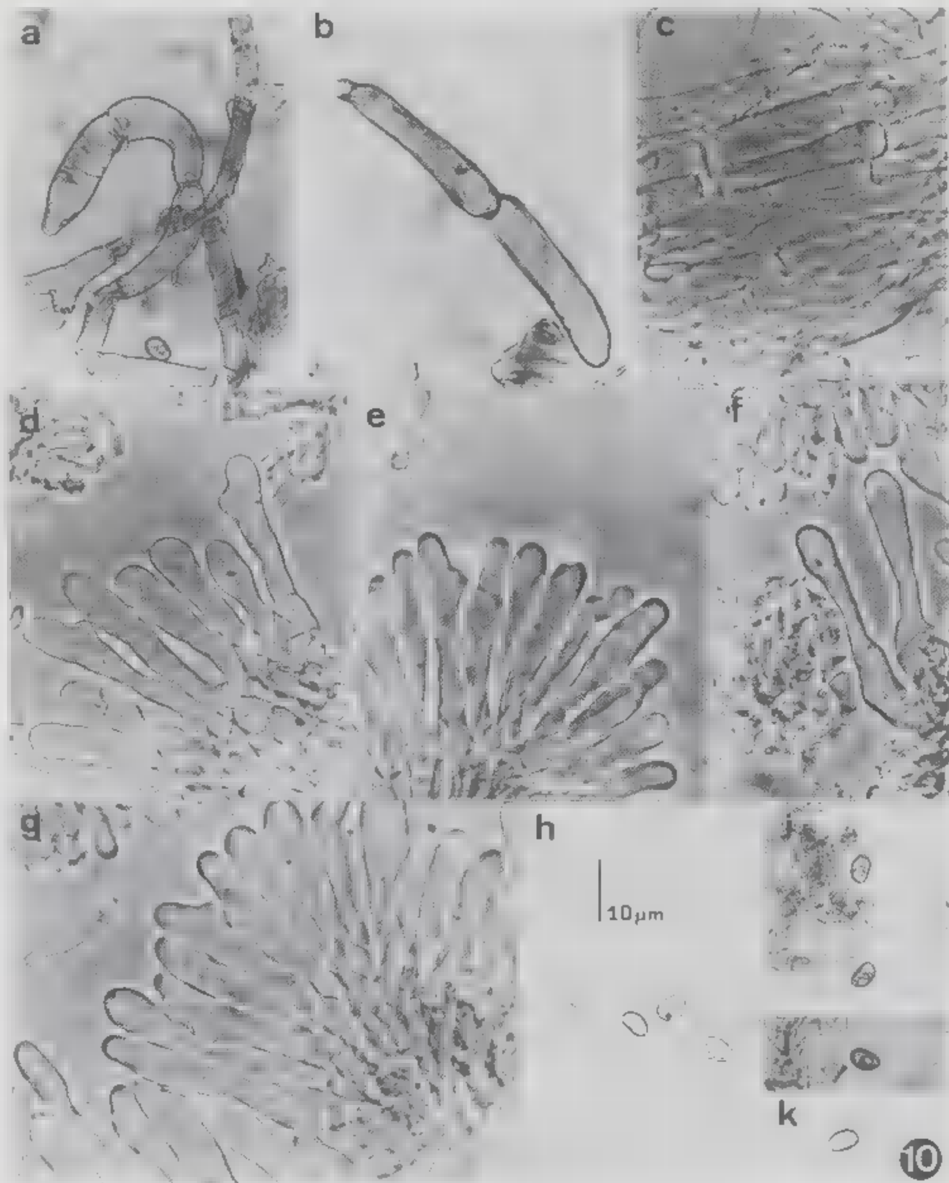
Agaricus furfuraceus Pers., *Syn. meth. Fung.*: 454. 1801.

A. furfuraceus Pers. : Fr., *Syst. mycol.* 1: 262. 1821.

= *N. pellucida s.* Ricken, *s.* Kühner & Romagn.

Material estudiado: ARGENTINA, Buenos Aires, Parque Pereira Iraola, creciendo próximo a *Eucaliptus globulus*, 11-V-93, *leg.* G. Moreno & E. Albertó, AH 18.349.

Fig.10, a-k — *Tubaria furfuracea* (Pers. : Fr.) Gillet, AH 18.349, a-c: pileipellis con fíbulas y pigmento extracelular; d-g: queilocistidios; h-k: esporas.


a
b
c
d
e
f
g
h
10µm
k
10

Píleo 10-20 mm de diám., hemisférico a convexo campanulado, castaño a ocráceo. Laminillas apretadas, adnatas a subdecurrentes, ocráceas a pardo ferruginosas. Estípite 20-35 × 1, 5-2, 5 mm, cilíndrico, castaño oscuro, fistuloso, glabro y seco. Contexto concoloro. Olor y sabor poco remarcables.

Pileipellis formando una tricodermis con células cilíndricas retraídas hacia los septos, 5-12 µm de diám., algunas células se van acortando hacia el ápice, con pigmento incrustante de color castaño amarillento. Esporas 6-7 × 4-5 µm, elipsoidales, con tendencia faseoliforme, de pared delgada, lisas, con numerosas gútulas, no amiloides ni dextrinoides. Basidios 23-26 × 6-8 µm, tetraspóricos, claviformes. Queilocistidios 30-55 × 6-12 µm, de morfología variable, anchamente claviformes a fusiformes subcapitados, raramente bifurcados en el ápice, hialinos que vuelven la arista estéril. Pleurocistidios de igual forma y tamaño que los queilocistidos. Fíbulas presentes.

Observaciones: *Tubaria furfuracea* es una especie saprófita muy frecuente en humus de caducifolios y coníferas en zonas nitrificadas, que se caracteriza por su pileipellis, esporas y cistidios marginales. Esta especie es muy variable en Sudamérica: Singer (1969) describe dos nuevas variedades halladas en los bosques de *Nothofagus* en el Sur de Argentina. Nuestra colección corresponde a la descripción de *Tubaria gregoriana* (Speg.) Sacc., realizada por Singer (1954) quien posteriormente, en 1969 (*op. cit.*), la sinonimizó con *Tubaria furfuracea*.

Tubaria hookeri (Speg.) Horak. [= *Agaricus* (*Naucoria*) *gregorianus* Speg ; = *Phaeomarasmius rostratus* Singer], es una especie muy frecuente en la región fueguina, pero se diferencia en la morfología esporal (amigdaliforme) y en las medidas esporales (8,5-11 × 5,5-6,5 µm), (Horak, 1979). Esta especie es muy semejante a *T. conspersa* (Pers. : Fr.) Fayod de Europa.

***Volvariella gloiocephala* (DC.: Fr.) Boekhout & Enderle, *Beitr. Kenntn. Pilze Mitteleur.* 2: 78. 1986.**

Agaricus gloiocephalus DC. *in* DC. & Lam., *Fl. franç.* 6: 52. 1815.

= *Volvaria gloiocephala* (DC.: Fr.) R. Gillet, *Hyménomycètes*: 388. 1876.

= *Volvariella speciosa* (Fr.: Fr.) Singer, *Lilloa* 22: 401. ("1949") 1951.

Material estudiado: ARGENTINA. Buenos Aires, Lomas de Zamora, calles Frías y Oliden, campamento ex- Obras Sanitarias, humícola junto a *Eucaliptus globulus*, 21-V-94, *leg.* J. E. Deschamps, BAFC 33.565, AH 18.350.

Observaciones: Se han descrito relativamente pocas especies (8) de *Volvariella* para Argentina: *V. argentina* Speg., *V. bombycina* (Per.: Fr.) Singer, *V. cnemidophora* (Mont.) Singer, *V. earlei* (Murrill) Shaffer, *V. microchlamida* (Speg.) Sacc., *V. psammophila* Singer, *V. pusilla* (Pers. ex Fr.) Singer, y *V. subxerophytica* Singer.

Singer & Digilio (1951) describieron para Argentina *V. cnemidophora* (Mont.) Singer, forma *colorata*, como una forma gris mucho más rara que le recuerda a la *V. speciosa* europea. Posteriormente, Shaffer (1962) después de realizar un amplio estudio microscópico comparativo concluye que: *V. cnemidophora* y *V. microchlamida* se pueden considerar sinónimos de *V. speciosa*. Finalmente Boekhout & Enderle (1986) definen el nombre correcto para *V. speciosa* como *V. gloiocephala*. Esta especie cosmopolita se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Agencia de Cooperación Internacional del Ministerio de Asuntos Exteriores, Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional y para Iberoamérica, la ayuda concedida para estudiar los hongos de Argentina.

A la DGICYT, Proyecto PB 91-0165 de España y al PRHIDEB - CONICET de Argentina por la financiación de parte de este trabajo.

Agradecemos a los Drs. E. Horak y J. E. Wright la revisión del manuscrito y la aportación de datos bibliográficos.

A J. A. Pérez y A. Priego, del Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Alcalá de Henares, su apreciable ayuda al microscopio electrónico de barrido.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERTÓ E. & WRIGHT J. E., 1994 — *Agaricus pseudoargentinus n. sp.* from Argentina. *Mycotaxon* 50: 271-278.

ALBERTÓ E., 1996 - El género *Agaricus* en la Provincia de Buenos Aires: I (Argentina). Secciones *Agaricus* y *Sanguinolenti*. *Boletin de la sociedad micologica de Madrid* vol. 21: (en prensa).

ALBERTÓ E., WRIGHT J. E. & FAZIO A., 1996 — Agaricales nuevos para la Argentina. *Boletin de la sociedad argentina de botanica* 31(3-4): (en prensa).

ARNOLDS E., 1990 — *in* BAS C., KUYPER TH. W., NOORDELOOS M. E. & VELLINGA E. C. Ed. Tribus *Hygrocybeae* (Kühner) Bas & Arnolds. Flora Agaricina Neerlandica. Critical monographs on families of agarics and boleti occurring in the Netherlands 2: 70-133.

BIGELOW H. E., 1982 — American species of *Clitocybe*. Part I. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 72: 1-280.

BOEKHOUT T. & ENDERLE M., 1986 — *Volvariella gloiocephala* (DC.: Fr.) Boekhout & Enderle *comb. nov. Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropa* 2: 77-80.

GAMUNDI I. & HORAK E., 1993 — Hongos de los bosques Andino-patagónicos. Guía para el reconocimiento de las especies más comunes y atractivas. Buenos Aires, Vázquez Mazzini Editores, 141 p.

GUZMÁN G., 1975 — New and interesting species of *Agaricales* of Mexico. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 51: 99-118.

GUZMÁN G., 1983 — The genus *Psilocybe*. A systematic revision of the known species including the history, distribution and chemistry of the hallucinogenic species. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 74: 1-439.

HEINEMANN P., 1962 — Agarici Austroamericani V. Étude des types de C. Spegazzini. *Bulletin de recherches agronomiques de Gembloux* 30: 273-282.

HEINEMANN P. (1986). Agarici Austroamericani VI. Aperçu sur les *Agaricus* de Patagonie et de la Terre de feu. *Bulletin du jardin botanique national de Belgique* 56: 417-446.

HEINEMANN P., 1987 — Clave para la determinación de las especies de *Agaricus* (*Agaricales*) de la Patagonia y de Tierra del Fuego. *Darwiniana* 28 (1-4): 283-291.

HEINEMANN P., 1990 — Agarici Austroamericani VII. *Agaricaceae* des zones tempérées de liArgentine et du Chili. *Bulletin du jardin botanique national de Belgique* 60: 331-370.

HORAK E., 1964a — Fungi Austroamericani I. *Tricholoma* (Fr.) Quelét. *Sydowia* 17: 153-167.

HORAK E., 1964b — Fungi Austroamericani II. *Pluteus* Fr. *Nova Hedwigia* 8 (1/2): 163-199.

HORAK E., 1964c — Fungi Austroamericani XI. *Crepidotus* Kumm. *Nova Hedwigia* 8 (3/4): 333-346.

HORAK E., 1967 — Fungi Austroamericani IV. Revisión de los hongos superiores de Tierra del Fuego o Patagonia en el Herbario de C. Spegazzini en La Plata. *Darwiniana* 14 (2-3): 355-385.

HORAK E., 1974/75 — On cuboid-spored species of *Entoloma* (*Agaricales*). *Sydowia* 28: 171-236.

HORAK E., 1977a — The genus *Melanotus* Pat. *Persoonia* 9 (3): 305-327.

HORAK E., 1977b — *Entoloma* in South America. *Sydowia* 30: 40-111.

HORAK E., 1977c — *Crepidotus episphaeria* and related species from the Southern Hemisphere. *Bericht der schweizerischen botanischen Gesellschaft* 87 (3-4): 227-235.

HORAK E., 1978 — *Pleuroflammula*. *Persoonia* 9 (4): 439-451.

HORAK E., 1979 — *in* GUARRERA *et al.* Edts. Fungi Basidiomycetes. *Agaricales* y Gasteromycetes secotioides. Flora Criptogámica de Tierra del Fuego 11(6): 1-525.

HORAK E., 1982 — *Entoloma* in South America II. *Sydowia* 35: 75-99.

KAUFFMAN C. H., 1918 — *The Agaricaceae of Michigan*. Vol I. Publ. 26. Biological ser. 5. Wynkoop Hallenbeck Crawford Co., Lansing, Michigan. 924 p.

LEAL A. R., 1938 — Algunos Hongos mendocinos. *Boletín de agricultura* 9-10: 3-16.

MAAS GEESTERANUS R. A., 1989 — Conspectus of the Mycenas of Northern Hemisphere 13. Sections *Calamophilae* and *Calodontes*. *Proceedings C* 92 (4): 477-504.

MAAS GEESTERANUS R. A. & HORAK E., 1995 — *in* O. PETRINI & HORAK E. Edts. *Mycena* and related genera from Papua, New Guinea and New Caledonia. Taxonomic Monographs of *Agaricales*. *Bibliotheca mycologica* 159: 143-229.

MARTÍNEZ A., 1945a — Notas sobre el basidiomiceto "*Collybia costesi*". *Revista argentina de agronomía* 12 (1): 12-16.

MARTÍNEZ A., 1945b — La presencia en al Argentina del hongo venenoso *Amanita phalloides*. *Notas del Museo de La Plata* 10 (48): 93-98.

MARTÍNEZ A., 1949 — Agaricáceas nuevas para la Argentina, *Lilloa* 21: 43-52.

MARTÍNEZ A., 1957 — Nueva sp. del género *Agaricus*. *Revista investigaciones agrícolas. Buenos Aires* 11 (3): 238-330.

MORENO G. & FAUS J., 1982 — Estudios sobre Basidiomycetes V. *Agaricales* de Cataluña. *Boletín sociedad micología castellana* 7: 69-78.

MORENO G. & GARCÍA MANJÓN L. A. ZUGAZA, 1986 - *La guía del INCAFO de los hongos de la Península Ibérica*, vol. 2: 665-1276. INCAFO, S. A. Madrid.

MOSER M. & HORAK E., 1975 — *Cortinarius* Fr. und nahe verwandte Gattungen in Südamerika. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 52 : 1-628.

NOORDELOOS M. E. 1995 — Notulae ad floram Agaricinam Neerlandicam. XXIII. *Psilocybe* and *Pholiota*. *Persoonia* 16: 127-129.

PECK C. H., 1906 — New species of fungi. *Bulletin of the Torrey botanical club* 33: 213-221.

PEGLER D. N., 1983 — The genus *Lentinus*. A world monograph. *Kew bulletin. Additional series. ser.* X. Royal Botanic Garden. Kew 281 p.

PEGLER D. N. & RAYNER R. W., 1969 — A contribution to the Agaric flora of Kenya. *Kew bulletin* 23: 347-412.

RAITHELHUBER J., 1972 — Lateinische Kurzdiagnosen der auf der Dreiländertagung in Neubulach vorgestellten Pilzarten aus Argentinien. *Metrodiana* 3 (1): 95-97.

RAITHELHUBER J., 1974 — Hongos Argentinos I. Buenos Aires, 157 p.

RAITHELHUBER J., 1977 — Hongos Argentinos II. Buenos Aires, 140 p.

RAITHELHUBER J., 1979 — Die Gattung *Oudemansiella* Speg. *Metrodiana* 8 (2-3): 40-51.

RAITHELHUBER J., 1980a — Die Gattung *Porpoloma* Singer. *Metrodiana* 9 (1): 10-16.

RAITHELHUBER J., 1980b - *Descript. fung. nov. vel comb. nov. non val. publ. Metrodiana* 9 (2): 47-48.

RAITHELHUBER J., 1984a — Die Gattung *Mycena* in Südamerika (1). *Metrodiana* 10 (1): 5-21.

RAITHELHUBER J., 1984b — Die Gattung *Mycena* in Südamerika (2). *Metrodiana* 10 (2): 23-46.

RAITHELHUBER J., 1985a — Die Gattung *Mycena* in Südamerika (3). *Metrodiana* 11 (1): 2-25.
RAITHELHUBER J., 1985b — Die Gattung *Mycena* in Südamerika (4). *Metrodiana* 11 (2): 31-50.
RAITHELHUBER J., 1985c — *Spec. nov., comb. nov., nom. nov. et stat. nov. Metrodiana* 11 (2): 50-51.
RAITHELHUBER J., 1985d — Die Gattung *Mycena* in Südamerika (5). *Metrodiana* 12 (1): 3-9.
RAITHELHUBER J., 1985e — Llave para determinar las Micenas sudamericanas. *Metrodiana* 12 (1): 12-20.
RAITHELHUBER J., 1985f — Key to the species of *Mycena* in South America. *Metrodiana* 12 (2): 25-32.
RAITHELHUBER J., 1985g — *Amanitaceae* in Südamerika. *Metrodiana* 14 (1): 3-20.
RAITHELHUBER J., 1987a — *Flora Micológica Argentina: Hongos I.* Mycosur, Germany 405 p.
RAITHELHUBER J., 1987b — Die Gattung *Leucocoprinus* in den ABC — Staaten. *Metrodiana* 15 (1): 5-13.
RAITHELHUBER J., 1987c — El retrato de hongos. *Agaricus lignophilus* Raith. *Metrodiana* 15 (2): 52-54.
RAITHELHUBER J., 1987d — Die Gattung *Macrolepiota* in Südamerika. *Metrodiana* 15 (3): 59-66.
RAITHELHUBER J., 1988a — Typenstudien an exsikkaten aus Südamerikanischen herbarien. *Metrodiana* 16 (1-3): 5-29.
RAITHELHUBER J., 1988b — Flora Micológica Argentina; Hongos II. Mycosur, Germany 287 p.
RAITHELHUBER J., 1990a — Die Gattung *Clitocybe ss. lat.* in den ABC — Staaten. *Metrodiana* 18 (1-2): 5-66.
RAITHELHUBER J., 1990b — *Diagnoses Fungorum et combinationes novae. Metrodiana* 18 (4): 5-22.
RAITHELHUBER J., 1990c — Agaric Flora of South America (1). *Metrodiana* 19 (1): 5-47.
RAITHELHUBER J., 1991 — Flora Micológica Argentina: Hongos III. Mycosur, Germany 500 p.
RAITHELHUBER J., 1992a — Agaric Flora of South America (2). *Metrodiana* 19 (2): 53-96.
RAITHELHUBER J., 1992b — Anmerkungen zur *Hypsizygus ligustri. Metrodiana* 19 (2): 97-100.
RAITHELHUBER J., 1992c — Agaric Flora of South America (3). *Metrodiana* 20 (1): 5-62.
RAITHELHUBER J., 1992d — Agaric Flora of South America (4). *Metrodiana* 20 (2): 67-107.
RAITHELHUBER J., 1992e — Agaric Flora of South America (5). *Metrodiana* 20 (3): 139-147.
RAITHELHUBER J., 1992f — Agaric Flora of South America (6). *Metrodiana* 20 (4): 151-200.
RAITHELHUBER J., 1994a — Agaric Flora of South America (7). *Metrodiana* 21 (1): 31-52.
RAITHELHUBER J., 1994b — Retrato de hongos nº 21. *Oudemansiella aculeata* Raith.. *Metrodiana* 21 (3): 123-126.
RAITHELHUBER J., 1994c — Agaric Flora of South America (8). *Metrodiana* 21 (3): 127-147.
RAITHELHUBER J., 1994d — Agaric Flora of South America (9). *Metrodiana* 21 (4): 151-169.
RAITHELHUBER J., 1994e — Retrato de hongos nº 22. *Collybia pseudoprolixa* Raith.. *Metrodiana* 21 (4): 170-172.
RAITHELHUBER J., 1995 — Agaric Flora of South America (10). *Metrodiana* 22 (1): 31-48.
RAMADORI E. A., 1985a — Flora Micológica de Bahia Blanca. *Metrodiana* 11 (1): 27-28.
RAMADORI E. A., 1985b — Flora Micológica de Bahia Blanca y zona. 2 parte. *Metrodiana* 11 (2): 51-52.
RAMADORI E. A., 1985c — Flora Micológica de Bahia Blanca y zona. 3ra. parte. *Metrodiana* 11 (2): 51-52.
RAMADORI E. A., 1985d — Causas de la escasa variedad de hongos en la zona de Bahia Blanca. *Metrodiana* 12 (2): 35-36.
RAMADORI E. A., 1985e — Contribución al estudio de la Micoflora de Bahia Blanca. Recientes hallazgos comprendidos en el periodo 12-85. *Metrodiana* 14 (1): 22.

RAMADORI E. A., 1992 — Fungus Flora de Sierra de la Ventana.. *Metrodiana* 20 (3): 111-138.
RAMADORI E. A., 1995 — Flora Micológica de Bahia Blanca. Nueva aportación. *Metrodiana* 22 (1): 26-30.
REDHEAD S. A. & GINNS J., 1980 - *Cyptotrama asprata* (*Agaricales*) from North America and notes of five other species of *Cyptotrama* Sect. *Xerulina*. *Canadian journal of botany* 58: 731-740.
SACCARDO P. A., 1912 — Sylloge Fungorum 21: 129.
SHAFFER R. L., 1962 — Synonyms, new combinations, and new species in *Volvariella* (*Agaricales*). *Mycologia* 54: 563-572.
SINGER R., 1945 — The *Laschia* complex (Basidiomycetes). *Lloydia* 8: 170-230.
SINGER R., 1947 — Contributions towards a monographs of the genus *Crepidotus*. *Lilloa* 13: 59-95.
SINGER R., 1949 — The *Agaricales* (Mushrooms) in modern taxonomy. *Lilloa* 22: 1-832.
SINGER R., 1950a — Type studies on Basidiomycetes IV. *Lilloa* 23: 147-246.
SINGER R., 1950b — Les Russules de liArgentine. *Revue de mycologie (Paris)* 15: 125-137.
SINGER R., 1950c — *Descolea antartica*, género y especies nuevas de Tierra del Fuego. *Lilloa* 23: 255-258.
SINGER R., 1950d — Die für pilzkunde. *Bulletin Mycologique Suisse* 28 (1): 181-196.
SINGER R., 1950e — New and interesting species of Basidiomycetes III. *Sydowia* 4: 130-157.
SINGER R., 1951 — New Genera of fungi V. *Mycologia* 63 (5): 598-604.
SINGER R., 1952a — The agarics of the Argentine sector of the Tierra del Fuego and limitrophous regions of Magallanes area. Part 1. White and pink spored groups. *Sydowia* 6: 165-226
SINGER R., 1952b — Le genre *Gloiocephala* Massee. *Revue de mycologie (Paris)* 17 (2): 161-164.
SINGER R., 1952c — Type studies on Agarics III. *Lilloa* 25: 463-514.
SINGER R., 1953a — The agarics of the Argentine sector of the Tierra del Fuego and limitrophous regions of Magellanes area. Part 2. The brown spored genera (except. *Cortinarius*). *Sydowia* 7 (1/4): 206-265.
SINGER R., 1953b — Four years of mycological work in southern South America. *Mycologia* 45 (6): 865-891.
SINGER R., 1953c — Quelques Agarics nouveaux de liArgentine. *Revue de mycologie (Paris)* 18 (1): 3-23.
SINGER R., 1953d — Type studies on Basidiomycetes VI. *Lilloa* 26: 57-159.
SINGER R., 1954 — *Agaricales* von Nahuel Huapi. *Sydowia* 8: 100-157.
SINGER R., 1955a — Le Genre *Melanomphalia* Christiansen. *Revue de mycologie (Paris)* 20 (1): 12-17.
SINGER R., 1955b — New and interesting species of *Basidiomycetes* IV. *Mycologia* 47 (5): 763-777.
SINGER R., 1955c — Un *Clitocybe* cortiqué et un *Clitocybe* faux. *Bulletin de la société mycologique de France* 71 (22): 148-152.
SINGER R., 1956a — Contributions towards a monograph of the Genus *Pluteus*. *Transaction of the british mycological society* 39 (2): 145-232.
SINGER R., 1956b — The *Armillaria mellea* group. *Lloydia* 19 (3): 173-187.
SINGER R., 1956c — New genera of Fungi VII. *Mycologia* 48 (5): 719-727.
SINGER R., 1956d — A fungus collected in the Antartic. *Sydowia* 1: 16-23.
SINGER R., 1957a — Las Boletaceas Austrosudamericanas. *Lilloa* 28: 247-268.
SINGER R., 1957b — New and interesting species of *Basidiomycetes* V. Descriptions of *Russulae*. *Sydowia* 11 (1-6): 141-272.
SINGER R., 1958 — Monographs of South American *Basidiomycetes*, especially those of the East Slope of the Andes and Brazil. I. The genus *Pluteus* in South America. *Lloydia* 21 (4): 195-302.
SINGER R., 1959a — Dos géneros de hongos nuevos para la Argentina. *Boletin de la sociedad argentina de botánica* 8 (1): 9-13.

SINGER R., 1959b — Hongos alucinógenos. *Boletín de la academia nacional de ciencias* 41 (1): 31-46.
SINGER R., 1959c — New and interesting species of *Basidiomycetes* VI. *Mycologia* 51 (3): 375-400.
SINGER R., 1959d — New and interesting species of *Basidiomycetes* VII. *Mycologia* 51 (4): 578-594.
SINGER R., 1960a — Dos especies interesantes de *Agaricales* en Punta Lara. *Boletín de la sociedad argentina de botánica* 8 (3-4): 216-218.
SINGER R., 1960b — Monographs of South American *Basidiomycetes* especially these of the East Slope of the Andes ans Brazil. 3. Reduced Marasmioid Genera of South America. 1. The genus *Gloiocephala*, *Manuripia*, *Epicnaphus* and *Hymenogloea* and their taxonomic position. *Sydowia* 14: 258-280.
SINGER R., 1961a — Monographs of South American *Basidiomycetes* especially these of the East Slope of the Andes ans Brazil. 4. *Inocybe* in the Amazone region, with a supplement to part I (*Pluteus* in South America — *Sydowia* 15: 112-132.
SINGER R., 1961b — Two genera of fungi new for South America. *Vellozia* 1 (1): 14-18.
SINGER R., 1962 — Estudio sobre los *Basidiomycetes* Antárticos. *Contribuciones del instituto antartico argentino* n° 71, 45 p.
SINGER R., 1963 — Un hongo nuevo comestible de Sudamérica. *Boletín de la sociedad argentina de botánica* 10 (2-3): 207-208.
SINGER R., 1964 — *Oudemansiellinae*, *Macrocystidiinae*, *Pseudohiatulinae* in South America. Monographs of South America *Basidiomycetes*, especially those of the East Slope of the Andes and Brazil VIII. *Darwiniana* 13 (1): 145-190.
SINGER R., 1965a — Monographs of South America *Basidiomycetes*, especially those of the East Slope of the Andes and Brazil X. *Xeromphalina*. *Boletín de la sociedad argentina de botánica* 10 (4): 302-310.
SINGER R., 1965b — Monographic studies on South American *Basidiomycetes*, especially those of the East Slope of the Andes and Brazil. 2. The Genus *Marasmius* in South America. *Sydowia* 18: (1-6): 106-358.
SINGER R., 1966 — Monographs of South America *Basidiomycetes*, especially those of the East Slope of the Andes and Brazil IX. *Tricholoma* in Brazil and Argentina. *Darwiniana* 14 (1): 19-35.
SINGER R., 1968 — Sand dune inhabiting fungi of the South Atlantic coast from Uruguay to Bahia Blanca. *Mycopathologia et mycologia applicata* 34 (2): 129-143.
SINGER R., 1969 — *Mycoflora Australis*. Lehre. J. Cramer 405 p.
SINGER R., 1970a — *in* C. T. ROGERSON & K. P. DUMONT Edts. Flora Neotropical. *Omphalinae* (*Clitocybeae*, *Tricholomataceae*, *Basidiomycetes*).Monograph 3. NYBG, 84 p.
SINGER R., 1970b — *in* C. T. ROGERSON & K. P. DUMONT Edts. Flora Neotropical. *Phaeocollybia* (*Cortinariacea*, *Basidiomycetes*). Monograph 4. NYBG, 11 p.
SINGER R., 1970c — *in* C. T. ROGERSON & K. P. DUMONT Edts. Flora Neotropical. *Strobilomycetaceae* (*Basidiomycetes*). Monograph 5. NYBG, 32 p.
SINGER R., 1973 — The Genera *Marasmiellus*, *Crepidotus* and *Simocybe* in the Neotropics. *Nova Hedwigia* 44: 1-517.
SINGER R., 1975a — *The Agaricales in modern taxonomy*. *3. ed.*, J. Cramer. Vaduz 912 p.
SINGER R., 1975b — The Neotropical species of *Campanella* and *Aphyllotus* with notes of some species of *Marasmiellus*. *Nova Hedwigia* 26: 847-896.
SINGER R., 1976 — *Marasmieae* (*Basidiomycetes*, *Tricholomataceae*). Flora Neotropica. Monograph n° 17. NYBG, 347 p.
SINGER R., 1977 — Die Gruppe der *Laccaria laccata* (*Agaricales*). *Plant systematics and evolution* 126 (4): 347-370.
SINGER R., 1982 — *in* C. T. ROGERSON & K. P. DUMONT Edts. Flora Neotropical. *Hydropus* (*Basidiomycetes*, *Tricholomataceae*, *Myceneae*). Monograph 33. NYBG, 144 p.

SINGER R., 1986 — *The Agaricales in modern taxonomy. 4. ed.* Koeltz Sc. Books, Koeningstein. 981 p.

SINGER R. & DIGILIO A. P. L., 1951 — Prodromo de la Flora Agaricina Argentina. *Lilloa* 25: 6-461.

SPEGAZZINI C., 1880a — *Fungi Argentini. Pugillus primus.* (*Fungi Argent. pug.* 1). *Anales de la sociedad cientifica argentina* 9(4): 158-192.

SPEGAZZINI C., 1880b — *Fungi Argentini. Pugillus secundus. Anales de la sociedad cientifica argentina* 9(6): 278-285.

SPEGAZZINI C., 1880c — *Fungi Argentini. Pugillus tertius. Anales de la sociedad cientifica argentina* 10(4): 122-142.

SPEGAZZINI C., 1881 — *Fungi Argentini, additis nonnullis Brasilien sibus Montevideensibusque Pugillus* IV. *Anales de la sociedad cientifica argentina* 12: 13-30.

SPEGAZZINI C., 1887 — *Fungi Fuegiani. Boletín de academia nacional de ciencias* 11: 135-308.

SPEGAZZINI C., 1898 — *Fungi Argentini novi v. critici. Anales del museo nacional de Buenos Aires* 6: 6-365.

SPEGAZZINI C., 1899 — *Mycetes Argentinenses.* Sèrie I. *Anales de la sociedad cientifica argentina* 47(6): 262-279.

SPEGAZZINI C., 1902 — *Mycetes Argentinenses.* Sèrie II. *Anales del museo nacional de Buenos Aires* 3ra. Ser. I: 49-89.

SPEGAZZINI C., 1908 — Hongos de la Yerba Mate. *Anales del museo nacional de Buenos Aires* 17: 111-141.

SPEGAZZINI C., 1909 — *Mycetes Argentinenses.* IV. *Anales del museo nacional de Buenos Aires* 19: 257-458.

SPEGAZZINI C., 1912 — *Mycetes Argentinenses.* VI. *Anales del museo nacional de Buenos Aires* 23: 167-244.

SPEGAZZINI C., 1913 — Mycetes Argentinenses. Sèrie VII. *Anales del museo nacional de Buenos Aires* 24: 167-169.

SPEGAZZINI C., 1917 — Algunos hongos chilenos. *Revista chilena de historia naturale* 21: 117-126.

SPEGAZZINI C., 1919 — Los Hongos del Tucumán. Primera Reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales. Tucumán, 254-274.

SPEGAZZINI C., 1921 — Descripción de Hongos Mirmecófilos. *Revista de museo La Plata* 26: 166-174.

SPEGAZZINI C., 1922a — *Cryptogamae nonnullae Fuegianae.* Resultados de la primera expedición ■ Tierra del Fuego.. *Anales de la sociedad cientifica argentina* 95: 59-85.

SPEGAZZINI C., 1922b — *Fungi Paraguayensis. Anales del museo nacional de Buenos Aires* 31: 355-450.

SPEGAZZINI C., 1923a — Algunos Hongos de Tierra del Fuego. *Physis* 7: 7-23.

SPEGAZZINI, C., (1923b — Relación de un paseo hasta el Cabo de Hornos. *Boletín de academia nacional de ciencias. Córdoba* 27: 321-404.

SPEGAZZINI C., 1924 — Relación de un Paseo hasta el Cabo de Hoorn. *Boletín de academia nacional de ciencias* 27: 321-404.

SPEGAZZINI C., 1926a — Contribución al conocimiento de la Flora Micológica de las Sierras de Cordoba. . *Boletín de academia nacional de ciencias* 29: 113-190.

SPEGAZZINI C., 1926b — Observaciones y adiciones a la micologia argentina.. *Boletín de academia nacional de ciencias* 28(3/4): 267-351.

LA MACROFLORE FONGIQUE DE *CEDRUS ATLANTICA* (ENDL.) MANETTI EX. CARRIERE. I — INVENTAIRE DES ESPECES D'UNE CEDRAIE DU MASSIF DU DJURDJURA (ALGERIE) ET CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES CHAMPIGNONS DES CEDRAIES

H. NEZZAR-HOCINE[1], R. J. BOUTEVILLE[2], R. HALLI-HARGAS[1] ET G. CHEVALIER*,[3]

[1] Université de Tizi-Ouzou, Unité de Recherches en Biologie et Agro-Foresterie, route de Hasnaoua, 15000 Tizi-Ouzou (Algérie).
[2] 12, rue Jules Guesde, Chamalières, 63400 Clermont-Ferrand (France).
[3] INRA, Unité de Mycologie, 12, avenue du Brézet, 63039 Clermont-Ferrand Cedex (France).

RÉSUMÉ — Les travaux relatifs à la macroflore fongique d'Algérie sont très rares et les données sur les champignons associés à *Cedrus atlantica* sont limitées. Dans le cadre d'une étude sur la mycorhization contrôlée du cèdre de l'Atlas, un inventaire des champignons supérieurs de la cédraie d'Ighil-Inguel (station de Tala-Guilef, massif du Djurdjura) a été entrepris. Sur plus de 120 espèces récoltées, 100 ont pu être identifiées ; elles appartiennent à 48 genres, surtout d'Homobasidiomycètes. Les ordres les plus représentés sont les Tricholomatales, les Cortinariales et les Russulales. Il s'agit d'espèces communes sous conifères ou feuillus de montagne. Très peu de champignons semblent être spécifiques du cèdre de l'Atlas. Une synthèse bibliographique a été réalisée à partir des différents inventaires des champignons supérieurs des cédraies d'Afrique du Nord et du Midi de la France. L'influence des conditions climatiques sur la morphologie des sporophores est discutée.

SUMMARY — Studies related to fungal macroflora in Algeria, and more especially inventories of the fungi associated with *Cedrus atlantica* are very scarse. This inventory of fungal macroflora was carried out in the Djurdjura mountains (Tala-Guilef station), as a preliminary step of the study of controlled mycorrhization of *Cedrus atlantica.* Among over 120 different mushrooms collected, 100 received a species identification ; a total of 48 different fungal genera were represented in *C. atlantica* stands, mainly belonging to Homobasidiomycetes. The most commonly represented orders were the Tricholomatales, the Cortinariales and the Russulales. Few of these fungi were specific on *C. atlantica.* A literature survey about macrofungi of cedar grove in North Africa and southern France has been done. The climatic influence on the morphological variations of the fruiting bodies was discussed.

MOTS-CLÉS : Basidiomycetes, Macroflore fongique, Algérie, cèdre, Cedrus atlantica.

INTRODUCTION

Le genre *Cedrus* (Trew) Links comprend quatre espèces, essentiellement montagnardes, qui se répartissent dans des zones géographiques distinctes. Le cèdre de l'Atlas *(C. atlantica* Manetti) se trouve au Maroc et en Algérie. Au Maroc, le cèdre de l'Atlas s'étend sur une aire de 130 000 hectares, dans l'Atlas marocain et le Rif (M'hirit, 1994). En Algérie, il occupe 23 000 hectares (Anonyme, 1979, *in* Derridj, 1985), principalement dans l'Atlas saharien (Aurès et Belezma) et l'Atlas tellien, où se trouvent les cédraies du Djurdjura qui couvrent moins de 2 000 hectares (Boudy, 1952). En France, *C. atlantica* est l'espèce la plus commune. Introduite en France en 1862 (Mont Ventoux), sa spectaculaire réussite a incité les forestiers à la disséminer dans toute la région méditerranéenne (Mathieu & Calvet, 1983).

D'une manière générale, les travaux relatifs à la flore fongique d'Algérie sont très peu nombreux. L'inventaire le plus important des champignons inédits d'Afrique du Nord est celui de Maire (1928) : 25 espèces sont décrites. Au cours de plusieurs prospections, l'auteur a décrit des champignons nouveaux ou peu connus (Maire, 1919, 1927a, 1929, 1932). Kühner & Maire (1937) ne décrivent que 3 espèces de lépiotes. Foley (1949, 1951) décrit seulement une amanite nouvelle pour l'Afrique du Nord.

Pour ce qui est de la flore fongique propre aux forêts de cèdres de l'Atlas, c'est à Maire (1914, 1927b) que revient le mérite d'avoir réalisé la première série d'inventaires et de descriptions. Il cite les rares champignons relevés à cette époque : *Lubrella cedrina* récolté sur aiguilles pourrissantes par Durieu & Montagne et *Cantharellus crassipes* trouvé par Dufour dans la cédraie de Teniet-El-Had. Patouillard (*in* Maire, 1914) a publié, en 1897, les résultats des inventaires effectués par Trabut en Algérie et Tunisie. Il signale, dans les forêts de cèdres d'Algérie, 8 espèces, parmi lesquelles *Melanoleuca arcuata, Sepultaria sumneriana (= Geopora s.), Gautiera trabuti*, décrites pour la première fois sous le cèdre de l'Atlas. Plus tard, en 1913, Maire (*in* Maire, 1914) cite trois nouvelles espèces spécifiques du cèdre : *Cortinarius cedretorum, Clavariella cedretorum* (= *Ramaria cedretorum*) et *Tricholoma cedrorum*. Le travail le plus complet sur la flore du cèdre reste celui de Maire (1914, 1927b) : l'auteur dresse une liste de 145 espèces, appartenant à 69 genres, récoltées en grande partie dans les cédraies de Chréa et de Teniet-el-Had (Algérie). Mais les cédraies du massif des Aurès, les plus grandes d'Algérie (17 450 hectares) n'ont jamais été explorées ; or, elles se trouvent dans des conditions écologiques tout-à-fait différentes de celles du massif de l'Atlas tellien.

Dans leurs travaux sur la flore du Maroc, Malençon & Bertault (1970, 1975) et Bertault (1964, 1965, 1978a et b) signalent des espèces rencontrées en Algérie et associées à *C. atlantica*, mais n'apportent pas d'informations importantes sur les espèces nouvelles de la cédraie.

En dehors des travaux de Maire, très peu d'études ont été consacrées à la macroflore du cèdre de l'Atlas dans son aire d'origine (Maroc et Algérie). Compte-tenu d'un intérêt grandissant en Algérie pour la consommation des champignons, récemment, le service de la conservation des forêts (M.A.R.A., 1992) a publié une liste sommaire des champignons les plus fréquents de la cédraie de Blida. De même, Lanier (1994) a présenté une liste de champignons liés au cèdre en Algérie. Cependant, il ne s'agit que d'espèces citées précédemment, pour la plupart, par d'autres auteurs.

En France, quelques auteurs se sont également intéressés à la macroflore fongique des cédraies du Petit Lubéron (Coulon & Riousset, 1967 ; Mousain, 1980

comm. pers. ; Riousset & Riousset, 1991) et du Mont Ventoux (Mousain, *in* Toth, 1988).

L'objectif principal de notre travail étant l'étude des champignons mycorhiziens, nous nous sommes surtout intéréssés aux espèces fructifiant sur le sol, les lignicoles sont cités à titre d'information. Nous présentons ici un relevé mycologique non exhaustif, effectué de l'automne 1989 au printemps 1993, dans une cédraie d'Algérie.

MATERIEL ET METHODES

1. Caractéristiques de la zone de récolte des sporophores.

Il s'agit de la cédraie d'Ighil-Inguel, située dans la forêt du Boudjurdjura, qui appartient à la station de Tala-Guilef, sur le versant nord-est du massif du Djurdjura de l'Atlas tellien (nord du pays). Cette cédraie fait partie de l'ensemble septentrional de l'Atlas tellien, humide, qui bénéficie de conditions climatiques favorables au développement des champignons (figure 1).

La station de Tala-Guilef est une composante du parc national (PN) du Djurdjura ; elle est située à 36° 28' de latitude nord, 4° de longitude est ; à une altitude de 1650 mètres ; elle est exposée au nord-ouest ; sa pente moyenne est de 40 % (Derridj, 1994). Cette station se caractérise par un climat froid et humide. D'aprés Abdeslamme (1995), la faible fréquence des mesures effectuées à Tala-Guilef durant la période sèche de 1987 à 1992, ne permet pas d'utiliser les moyennes calculées. Dans d'autres stations, les observations effectuées pendant une longue période montrent que la saison 1990/1991 peut être considérée comme moyenne du point de vue climatique et représentative du climat de Tala-Guilef. Les précipitations annuelles sont de 1269 mm ; les températures moyennes minimales de 8,7°C et les moyennes maximales de 13,4°C. Les températures sont élevées en période estivale (maximums absolus pouvant atteindre 30°C entre juin et septembre) mais basses en hiver ; les minimums absolus peuvent être négatifs entre novembre et avril. Le nombre de jours de neige par an est de 32 jours, de 1987 à 1992 ; l'épaisseur de la couverture de neige atteint régulièrement 60 cm.

La forêt du Boudjurdjura est constituée de 5 types de groupements : groupements à *Cedrus atlantica* Manetti, à *Quercus ilex* L., à *Quercus suber* L., association mixte *Cedrus atlantica-Quercus ilex* et pelouses à graminées (Hamdine, 1991).

La cédraie d'Ighil-Inguel ("crête des cèdres") est « pure », située sur les poudingues et les grès de Drâa-el-Mizan (Lapie, 1909). C'est sur grès que l'on trouve les cédraies les mieux conservées du massif, en l'occurrence, celles des Aît-Ouabane et d'Ighil-Inguel. Cette dernière se présente comme une futaie assez dense qui se développe à partir de 1450 mètres d'altitude. La strate arborescente est composée de cèdres âgés, d'une hauteur moyenne de 16 mètres, dont le recouvrement varie de 60 à 80 %. Sous cette futaie, s'est formé un humus abondant et sec, recouvert d'un feutrage serré d'aiguilles (Lapie, 1909). La strate arbustive est peu développée (5 % de recouvrement). Elle est formée de quelques arbustes : *Rosa canina* L., *Berberis hispanica* Boiss. & Reut., *Crataegus laciniata* Ucria, *Genista tricuspidata* Desf., *Daphne laureola* Coss. ssp. *latifolia*, *Juniperus oxycedrus* L. et *Lonicera kabylica* Rehder (Bouheraoua, 1992).

La strate herbacée présente un recouvrement de 40 % ; elle est constituée d'espèces sciaphiles des forêts montagnardes humides, telles *Galium rotundifolium* L.,

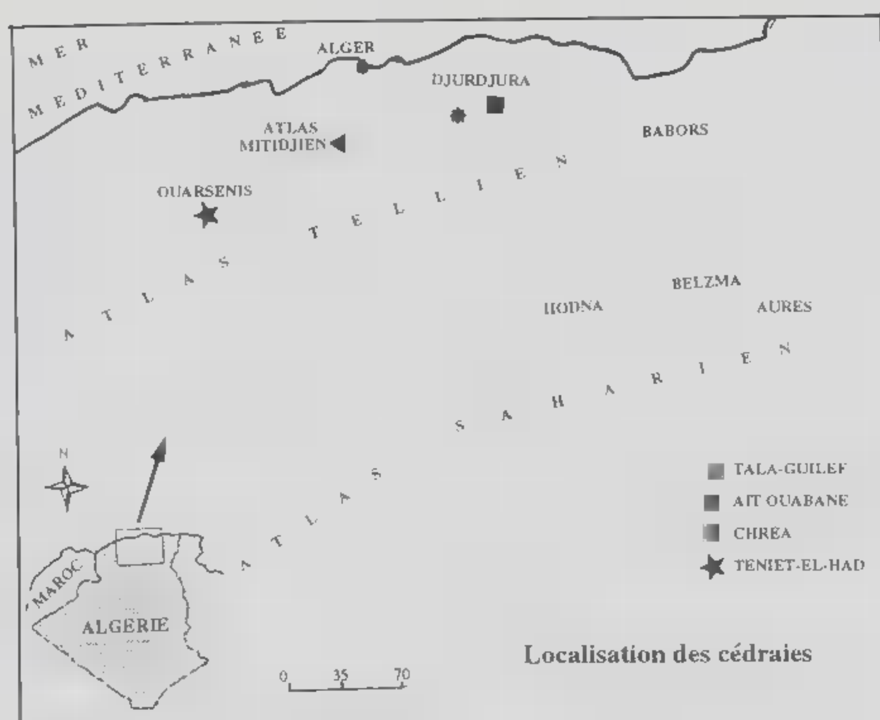


Figure 1 : Localisation des cédraies retenues pour l'inventaire de la macroflore fongique.
Figure 1 : Localisation of cedar forests sampled for fungal macroflora.

Potentilla micrantha Ramond, *Lamium flexuosum* Ten., *Vicia ochroleucha* Spreng ssp. *atlantica* et *Ficaria verma* (Quezel, 1957). De nombreux pâturages occupent cet étage.

Les profils pédologiques effectués par Cherkelaine (1980, *in* Goucem, 1991) montrent que cette cédraie a développé un profil pédologique de couleur brunâtre, de 30 à 70 cm d'épaisseur, correspondant à un sol brun forestier. D'après Bellahcène & Bensâad (1989), la texture du sol varie en fonction de l'exposition. Sur une même roche-mère et sous cèdre, elle serait sablo-limoneuse en exposition sud et limono-sableuse en exposition nord. Une analyse du sol de la cédraie d'Ighil-Inguel a été effectuée par le laboratoire d'analyses de l'INRA d'Arras.

2. Site et époque de récolte des sporophores

Les relevés ont été effectués sur environ un hectare. La récolte a eu lieu de part et d'autre de la ligne de crête (" des millénaires "), c'est-à-dire à la fois sur les versants nord et sud, caractérisés par des peuplements très diversifiés, depuis de jeunes regénérations jusqu'à des arbres millénaires. C'est une aire sur laquelle nous avons déjà étudié les mycorhizes (Hocine *et al.*, 1990, 1991), ainsi qu'une partie de la macroflore fongique (Hocine *et al.*, 1994) et le potentiel infectieux ectomycorhizien (Nezzar-Hocine

et al., 1995). Les champignons ont été collectés durant quatre années consécutives, à raison de deux sorties par saison, de l'automne 1989 au printemps 1993. En automne, la récolte a été effectuée entre les mois d'octobre et de novembre ; lorsque les conditions climatiques ont été favorables, elle a pu être prolongée jusqu'à la fin du mois de décembre. Les espèces printanières ont été collectées entre les mois d'avril et de mai et parfois jusqu'à la mi-juin.

3. Identification des champignons

Nos identifications * ont été réalisées à partir des ouvrages de Malençon & Bertault (1970, 1975), ainsi que des travaux de Bertault (1978a) et de Maire (1928) et de ceux de Bon (1984, 1991). D'autres ouvrages ont également été utilisés : Kühner & Romagnesi (1974), Becker (1986). La classification et la nomenclature des espèces sont celles adoptées par Courtecuisse (1994). Nous avons également utilisé la liste des noms valides de Chevassut & Rascol (1987). Quelques données sur l'écologie des champignons ont été tirées du fichier analytique des champignons de Montégut (1992). Tous les exsiccata des champignons recueillis ont été conservés au laboratoire : certains ont été utilisés pour l'étude de quelques espèces difficiles à déterminer.

RESULTATS

1. Caractéristiques physico-chimiques du sol

Le sol du site d'étude de la cédraie d'Ighil-Inguel est un sol brun, ocreux, de texture limono-argileuse. Ses principales caractéristiques physiques et chimiques figurent dans le tableau 1. Ce sol est très riche en matière organique, riche en azote, bien pourvu en phosphore assimilable, en magnésium, en potassium échangeable et pauvre en calcium. Le rapport C/N est très élevé et le pH indique une faible acidité en surface.

Texture (% de la terre fine)					Caractéristiques chimiques (mg / g-1)									
Argile	Limon		Sable		C	M.O	N	C/N	pH	CaCO3	P	Ca	Mg	K
	F	G	F	G	(Anne)		(Kjeldahl)		(H2O)	Total	(Dyer)			
											(assim)	(éch.)	(éch.)	(éch.)
(< 2 µm)	(2-20 µm)	(20-50 µm)	(50-200 µm)	(200-2000 µm)										
20,9	25,7	11,6	9,2	32.6	139	239	8,25	16,86	6,2	0	0,26	5,8	0,403	0,58

F, fin : G, grossier

Tableau 1 : Principales caractéristiques physico-chimiques de la terre de la cédraie d'Ighil-Inguel.
Table 1 : Main physico-chemical characteristics of Ighil-Inguel cedar forest soil.

* L'un d'entre nous (R. J. Bouteville) a également utilisé les résultats de plusieurs années de prospections de la macroflore fongique dans le massif de la Kroumirie (Tunisie).

2. Inventaire de la macroflore fongique

L'inventaire de la macroflore fongique a révélé une grande richesse en espèces (tableau 2). Bien que le mode de relevé effectué ne donne qu'un aperçu limité de la macroflore fongique des cédraies d'Algérie, il a toutefois permis de classer 111 champignons (sur plus de 120 récoltés) en 48 genres, 26 familles et 13 ordres. 100 espèces ont pu être identifiées, la majorité appartenant à la classe des Homobasidiomycètes (tableau 2). Il s'agit surtout d'Homobasidiomycètes de la sous-classe des *Agaricomycetideae* qui comporte le plus grand nombre d'espèces (87), appartenant surtout aux ordres des Tricholomatales (30 % des espèces). *Cortinariales* (21 %), *Russulales* (11 %) et Boletales (9 %). Les sous-classes des *Aphyllophoromycetideae* et des *Gasteromycetideae* ne renferment que 5 ou 6 espèces chacune.

L'ordre qui renferme le plus grand nombre de familles (5) est celui des Tricholomatales ; ceux des Pezizales et des Boletales possèdent 3 et 4 familles respectivement. Les autres ordres ne possèdent qu'une ou deux familles.

Les familles renfermant le plus grand nombre d'espèces sont les *Tricholomataceae* et les *Cortinariaceae* (20 espèces, soit 20 % du nombre total d'espèces) ainsi que les *Russulaceae* (11 espèces, 11 %). Ces 3 familles représentent à elles seules 51 % de l'ensemble des champignons identifiés. Les familles des *Boletaceae* et *Agaricaceae* possèdent 6 espèces ; toutes les autres familles ne comptent qu'1 à 4 espèces au maximum.

Parmi les 48 genres inventoriés, les genres *Cortinarius*, *Hebeloma*, *Russula* et *Tricholoma* sont les plus représentés, avec un minimum de 8 espèces par genre. Les genres *Clitocybe*, *Inocybe*, *Lepiota* et *Mycena* comportent au moins 5 espèces. Un nombre important d'espèces appartenant à tous ces genres n'a pu être identifié. Les autres genres : *Amanita*, *Boletus*, *Lactarius*, *Hygrophorus*, *Lyophyllum*, *Oudemansiella* et *Ramaria* sont moins riches en espèces (2 ou 3). Certains genres ne sont représentés que par une seule espèce.

3. Mode de vie des espèces fongiques

La majorité des espèces de champignons récoltées sont mycorhiziennes (70 % des espèces), peu sont saprophytes (20 %), et très peu sont mycorhiziennes facultatives (10 %). Etant donné l'objectif de notre travail, nous nous sommes surtout intéressés aux espèces mycorhiziennes. Les quelques espèces lignicoles, essentiellement des polypores (*Fomitopsis pinicola*, *Lariciformes officinalis*), ainsi que *Pseudohydnum gelatinosum* et *Armillaria mellea ss lato*, sont mentionnées pour information.

Le nombre d'espèces fructifiant sous le même arbre est limité : le plus souvent une seule espèce ; dans certains cas, deux à trois. Certaines espèces sont présentes en grande quantité mais les sporophores sont isolés (la plupart des russules), ou plus ou moins en groupe (*Tricholoma tridentinum* var. *cedretorum*). Seuls les *Inocybe* et *Cortinarius duracinus* forment des groupes très abondants ; d'autres espèces, comme *Hebeloma sinapizans*, se présentent aussi en groupes mais la densité des sporophores à l'intérieur du groupe est plus faible. Nous n'avons jamais observé la formation de sporophores en cercle autour d'un arbre. Dans une aire limitée, on peut rencontrer un assez grand nombre d'espèces à la fois ; ainsi, en novembre 1991, au maximum de la poussée, plus de 50 espèces ont pu être récoltées au cours d'une même sortie.

DISCUSSION

Les résultats obtenus montrent que la macroflore fongique de la cédraie est très riche, puisque plus de 120 espèces (appartenant à 48 genres) ont pu être récoltées sur une zone n'excédant pas un hectare. Cette richesse se retrouve également dans d'autres cédraies d'Algérie : 108 espèces répertoriées dans les cédraies de Chréa (Atlas blidéen) et de Teniet-el-Had (Ouarsenis), à 1500 mètres d'altitude (Maire (1914) (figure 1). Si l'on ajoute une liste complémentaire de champignons de la cédraie de Chréa (Maire, 1927b) et considère l'ensemble des travaux publiés par Maire, un total de plus de 145 espèces appartenant à 69 genres a été inventorié par cet auteur. Beaucoup d'espèces relevées dans la cédraie d'Ighil-Inguel ne figurent pas parmi les 145 espèces de Maire ; elles permettent donc d'enrichir nos connaissances sur la macroflore du cèdre. Les recherches de Maire ont porté sur plusieurs années. Elles ont abouti à la description de nombreuses espèces nouvelles ou peu connues en Afrique du Nord, voire à la création de nouveaux genres : *Rhodopaxillus* (Maire, 1913 ; *in* Maire, 1914) et *Hebelomina* (Maire, 1935).

Dans leurs travaux préliminaires sur les associations symbiotiques du cèdre de l'Atlas, Hocine *et al.* (1994) signalent déja la richesse de la macroflore fongique de la cédraie d'Ighil-Inguel : sur 50 espèces répertoriées, la majorité appartiennent à des familles connues pour leur caractère mycorhizogène. Lanier (1994), sans faire référence aux travaux existants, établit une liste de 37 espèces ; 19 d'entre elles figurent déjà dans les inventaires de Maire. Aucune indication n'est donnée sur les lieux et périodes de récolte des champignons. Les genres les plus représentés dans notre étude (*Inocybe*, *Russula*) figurent peu, ou sont même totalement absents, dans la liste de Lanier ; seules 14 espèces sur 37 se retrouvent dans la cédraie d'Ighil-Inguel.

Si l'on additionne les espèces citées par Maire et Lanier, 145 espèces ont été répertoriées dans les cèdraies algériennes. Notre étude a permis d'enrichir cet inventaire d'une cinquantaine d'espèces.

Au Maroc, le nombre d'espèces signalées par Malençon & Bertault (1970, 1975) et Bertault (1964, 1978a et b) reste très limité pour des cèdraies aussi étendues. Malençon & Bertault signalent 16 espèces de champignons particuliers à la cédraie d'Azrou et 8 espèces communes aux cédraies algériennes et marocaines. Leurs travaux ont permis de faire un progrès considérable dans la connaissance des champignons du Maroc ; cependant, la grande majorité des espèces citées figuraient déjà dans les inventaires de Maire réalisés en Algérie.

Quant aux cédraies du Midi de la France, elles se sont révélées encore plus riches en espèces que celles d'Afrique du Nord. Parmi toutes les cédraies étudiées jusqu'à ce jour, c'est cellle du Petit Lubéron (670 mètres d'altitude) qui présente le plus grand nombre d'espèces : plus de 350 (Riousset & Riousset, 1991) ; 63 espèces, appartenant à 40 genres, apparaissant comme les plus caractéristiques de la cédraie. La grande diversité des espèces est probablement due au fait que cette cédraie n'est pas pure. Toutes les espèces répertoriées au Maroc par Malençon & Bertault se retrouvent dans la cédraie du Petit Lubéron (Riousset, comm. pers.). Trois espèces ont été décrites pour la première fois sous *C. atlantica* : *Tarzetta insignis* (= *Pustularia i.*) (Berthet & Riousset, 1963), *Urnula pouchetii* (Berthet & Riousset, 1965) et *Geastrum melanocephalum* (Czern.) Stanek f. *melanocephalum* (= *Trichaster melanocephalus*) (Capellano & Riousset, 1968).

D'autres inventaires ont été réalisés dans les cédraies du Mont Ventoux. Dans la vieille futaie de cèdres de Bédoin (Vaucluse, altitude 850 m), Mousain (*in* Toth, 1988)

dénombre 39 espèces (24 genres). Dans le Massif des Cèdres (Petit Lubéron), Mousain (1986, comm. pers.) cite 24 espèces (correspondant à 23 genres). Du fait qu'ils n'ont été réalisés que sur une seule année, les relevés mycologiques de Mousain ne donnent qu'une image partielle de la flore fongique des cédraies.

Tous ces résultats témoignent de la grande diversité des espèces fongiques associées au cèdre de l'Atlas, même en dehors de son aire d'origine. Certaines des espèces relevées sont communes à toutes les cédraies étudiées, en France comme en Afrique du nord.

En Algérie, non seulement le nombre d'espèces présentes dans les cédraies est important, mais également celui des genres et familles représentés. Parmi les 48 genres identifiés, les plus riches en espèces (5 à 9) sont les genres *Clitocybe*, *Cortinarius*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Lepiota*, *Mycena*, *Russula*, et *Tricholoma*. Pour Maire (1914, 1927b), les genres les plus riches en espèces sont : *Clavaria*, *Clitocybe*, *Collybia*, *Cortinarius*, *Hygrophorus*, *Inocybe*, *Lepiota*, *Mycena* et *Tricholoma*, alors que les genres *Hebeloma* et *Russula* sont faiblement représentés (respectivement une et deux espèces). Dans la cédraie d'Ighil-Inguel, ces deux derniers genres sont représentés par au moins 8 espèces ; par contre, le genre *Hygrophorus* est moins riche (3 espèces). Les lactaires sont totalement absents des relevés de Maire. Dans les nôtres, ainsi que dans celui de Lanier, figurent seulement deux espèces. Au Maroc, le genre *Lactarius* est moins représenté que le genre *Russula* (Bertault 1978b) ; cette différence serait due au climat rigoureux du Maroc (six mois de sécheresse consécutifs) qui avantagerait les champignons xérophiles.

Dans la cédraie du Petit Lubéron, parmi les 68 genres relevés par Coulon & Riousset (1967), les plus riches en espèces sont : *Calodon*, *Clitocybe*, *Geastrum*, *Inocybe*, *Lepiota*, *Mycena*, *Ramaria*, *Tricholoma*. Le genre *Clitocybe* est celui qui compte le plus d'espèces (12). Les amanites et les lactaires sont très rares. Le genre *Calodon* n'a pas été récolté à Ighil-Inguel.

Les relevés réalisés jusqu'ici n'ont pris en compte que les espèces épigées ; pourtant les champignons hypogés représentent une biomasse importante (Fogel, 1976). Malençon (1974-1975) signale, dans les cédraies du Moyen Atlas et du Rif marocain : *Gautiera trabuti* (= *Hymenogaster trabuti*), *G. pseudovestita* et *Hysterangium sp.*. Riousset & Riousset (1991) relèvent également, dans la cédraie du Petit Lubéron, trois espèces printanières de *Tuber* : *T. borchii*, *T. maculatum* et *T. nitidum*. Dans la cèdraie d'Ighil-Inguel, nous n'avons pas récolté de sporophores de *Tuber*, mais la présence de mycorhizes de *Tuber* du groupe *T. albidum* laisse supposer qu'il pourrait y avoir des truffes.

Le faible nombre d'inventaires ne permet pas de faire une comparaison poussée entre les espèces présentes dans les différentes cédraies étudiées. Toutefois, si l'on compare la flore fongique de la cédraie du Petit Lubéron avec celle des cédraies algériennes, on remarque que peu d'espèces sont communes : 15 espèces seulement au Petit Lubéron se retrouvent à Ighil-Inguel ; cependant les genres les plus riches en espèces, tels *Clitocybe*, *Inocybe*, *Lepiota*, *Mycena*, *Ramaria*, *Tricholoma* sont représentés à la fois en France et en Afrique du nord. Pourtant les conditions climatiques des cédraies françaises et algériennes sont assez proches, si l'on admet que la différence d'altitude compense en partie la différence de latitude : l'étage montagnard-méditerranéen se situe entre 1500 et 2100 mètres à Tala-Guilef ; la température moyenne annuelle est de 11 C°, la pluviométrie moyenne annuelle de 1269 mm. L'étage, où se trouve la cédraie du Petit Lubéron, est situé entre 800 et 1000 mètres d'altitude en Provence ; la température moyenne annuelle est de 10-11°C (moyenne des minima

égale 7,4°C ; moyenne des maxima égale 14,5°C), la pluviométrie moyenne annuelle est de 920 mm (Toth, 1988). Les conditions climatiques des deux cédraies sont donc voisines et n'expliquent pas le fait que peu d'espèces soient communes. Cette hétérogénéité pourrait plutôt s'expliquer par la présence d'autres espèces végétales en association avec le cèdre en France et par le fait que d'avantage d'inventaires aient été réalisés. Coulon & Riousset (1967) remarquent que certaines espèces des cédraies qu'ils ont récoltées en Provence ne se retrouvent plus en dehors de celles-ci, sauf dans des régions très éloignées : c'est le cas *de Tricholoma pessundatum, Clitocybe flaccida, C. vermicularis*. Ils trouvent une certaine analogie entre la cédraie du Petit Lubéron et les cédraies naturelles de l'Atlas, avec la présence de *Cortinarius herculeus, Urnula pouchetii* et *Geopora sumneriana*. Ils l'expliquent par le fait que la densité de végétation sous la cédraie a pu créer des conditions climatiques spéciales (en particulier humidité importante et protection contre le mistral) permettant l'apparition de végétaux introuvables aux environs.

L'existence de certaines espèces de champignons peut être cependant strictement liée aux conditions climatiques. Si de nombreuses espèces cédricoles se retrouvent dans les parcs urbains ou les jardins particuliers, *Tricholoma tridentinum* var. *cedretorum* f. *ochraceopallidum* est localisé dans les cédraies de l'étage méditerranéo-montagnard (Montégut, 1992).

D'autres facteurs écologiques influent également sur la composition de la macroflore, comme la nature du sol. Maire (1914) remarque que la forêt de Teniet-el-Had est beaucoup plus humicole que celle de Blida, et qu'il s'ensuit une grande richesse en espèces fongiques, aux époques favorables. C'est également le cas de la cédraie d'Ighil-Inguel, qui est particulièrement riche en matière organique (tableau 1).

Les espèces de la cédraie d'Ighil-Inguel qui fructifient à la surface du sol sont beaucoup plus nombreuses que les espèces lignicoles, très peu étudiées. Maire (1914) remarque aussi que les espèces « humicoles » des cédraies d'Algérie sont beaucoup plus nombreuses que les espèces « épixyles » : 19 espèces seulement pour les différentes cédraies étudiées ; 3 pour les cèdraies du Djurdjura. Maire explique la pauvreté des cédraies en espèces lignicoles, qui contraste de manière frappante avec l'abondance de ces espèces dans les forêts de conifères d'Europe, par l'incorruptibilité presqu'absolue du bois de cèdre, fortement imprégné d'une essence antiseptique. Ce caractère expliquerait en partie le faible nombre d'espèces parasites chez cette essence. Dans la liste de Lanier, sur 37 espèces des cédraies algériennes, 4 sont parasites, 23 sont saprophytes, les autres sont mycorhiziennes. Sur les 54 espèces lignicoles répertoriées par Smaïl (1994) à Tala-Guilef, 8 espèces seulement ont été trouvées sous cèdre de l'Atlas.

Dans une série d'articles, Malençon (1952, 1954, 1955, 1957) cite un petit nombre de champignons lignicoles et saprophytes se développant sous le cèdre, au Maroc. Ils appartiennent aux classes des Protobasidiomycètes, des Autobasidiomycètes et des Homobasidiomycètes.

Le nombre d'espèces saprophytes et parasites répertoriées à ce jour, dans les cédraies du Magreb, est donc trés inférieur à celui des espèces existant réellement. Ce sont Coulon & Riousset (1967) qui fournissent la liste la plus importante d'espèces saprophytes et parasites des cédraies ; elles ne sont toutefois pas spécifiquement liées au cèdre, vraisemblablement pour les mêmes raisons que celles évoquées plus haut (cèdre en mélange avec d'autres essences).

La majorité des espèces récoltées dans la cédraie d'Ighil-Inguel sont connues pour être associées à différentes essences de feuillus et/ou de conifères C'est le cas

notamment d'*Amanita rubescens*, *Cortinarius duracinus*, *Hebeloma crustuliniforme*, *H. mesophaeum*, *H. versipelle*, *Laccaria laccata*, *Rhodocybe gemina*, *Russula krombholzii*, *R. nigricans*, *Tricholoma caligatum*, etc... Beaucoup d'espèces sont caractéristiques des conifères de montagne, telles *Clitocybe costata*, *C. brumalis*, *Inocybe nitidiuscula*, *I. kuehneri*, *I. subbrunnea*, *I. friesii*, *Russula azurea*, *Tricholoma portentosum*, etc... Un grand nombre de champignons sont communs aux pinacées, notamment des genres *Pinus* et *Picea* (*Clavaria aurea*, *Inocybe fastigiata*, *Russula ochroleuca*, *R. turci*) et à des feuillus, surtout du genre *Quercus* (*Hebeloma edurum*, *Hygrophorus russula*, *Tricholoma saponaceum*).

Pour Maire (1914) aussi, les espèces « épixyles » trouvées sous cèdre sont fréquemment identiques à celles présentes dans les forêts de conifères européennes, avec quelques variations de peu d'importance. La majorité d'entre elles sont associées à la plupart des conifères d'Europe, à l'exception de *Laricifomes officinalis* (= *Polyporus officinalis*) spécifique du mélèze (*Larix decidua*) et du cèdre. Maire fait remarquer que le mélèze, par bien des caractères, se rapproche du cèdre, et la présence sur ces deux essences d'un parasite qui leur est spécifique fournit un argument supplémentaire en faveur de leur proche parenté.

Certaines espèces trouvées dans la cèdraie d'Ighil-Inguel sont décrites comme spécifiques des feuillus : *Hebeloma sinapizans*, *Hygrophorus chrysodon*, *Inocybe rimosa*, *Ramaria formosa*, *Russula alutacea*,... Des espèces signalées par Courtecuisse (1994) comme non liées aux conifères (*Hygrophorus eburneus*) ou rarement (*Lactarius vellereus*) s'associent cependant avec le cèdre de l'Atlas, dans le massif du Djurdjura. Il en est de même pour quelques espèces considérées comme très spécifiques des genres *Fagus* ou *Picea*.

Quelques espèces, variétés ou formes de champignons sont considérées comme endémiques au Maroc : c'est le cas de *R. alutacea* var. *brunneola* trouvé sous *Pinus pinea* par Bertault (1978a) et qui serait une variété endémique marocaine de l'*alutacea* d'Europe, avec des couleurs différentes. Sa présence sous cèdre, en Algérie, laisse penser qu'elle serait en fait endémique dans toute l'Afrique du Nord.

Une majorité d'espèces ne sont donc pas spécifiques du cèdre et appartiennent à la flore de l'Afrique du nord, où elles se développent dans des écosystèmes bien différents. Malençon & Bertault (1970, 1975) citent l'exemple de *Tricholoma saponaceum*, commun dans le nord du Maroc, mais que l'on rencontre aussi en Algérie sous chênes, eucalyptus, pins, et en Tunisie sous chêne liège.

La présence de la macroflore fongique des pinacées, particulièrement du genre *Abies*, et des fagacées (genre *Quercus*), dans les cédraies, pourrait s'expliquer par le fait que le cèdre de l'Atlas forme en Afrique du nord, des groupements végétaux variés qui s'intègrent à différentes classes ou ordres : classe des *Quercetea ilicis*, ordre des *Quercetalia ilicis* ; classe des *Querceteа pubescentis*, ordre des *Querco-Cedretalia atlanticae* (M'Hirit, 1994).

Certaines espèces semblent cependant spécifiquement liées au cèdre, mais elles sont peu nombreuses ; elles diffèrent d'une cédraie à l'autre. Pour Coulon & Riousset (1967), les espèces liées de manière absolue à la cédraie sont : *Boletopsis grisea*, *Cortinarius herculeus*, *Geastrum triplex*, *Urnula pouchetii* et *Tarzetta insignis*. Mousain (*in* Toth, 1988) mentionne, comme champignons spécifiques du cèdre : *Cortinarius herculeus*, *Leucopaxillus amarus*, *Russula adusta* et *Tricholoma tridentinum* ; Il ajoute *Boletopsis leucomelaena* et *Xerocomus chrysenteron*, découverts dans le Massif des Cèdres (Petit Lubéron) (Mousain, 1986, comm. pers.). En fait, *Boletopsis leucomelaena*, *Leucopaxillus amarus*, *Russula adusta*, et *Xerocomus chrysenteron* ne sont pas

spécifiques du cèdre, puisqu'ils se développent aussi bien sous résineux (*Pinus*) que sous feuillus (*Fagus* et *Quercus*).

Quelques espèces ont été signalées par d'autres auteurs comme spécifiques du cèdre : *Galerula cedretorum* Maire, *Hygrophorus purpurascens* var. *cedretorum* Maire, *Mycena cedretorum* Maire, *Psilocybe* (= *Hypholoma*) *cyanescens* Maire, *Tricholoma cedrorum* Maire (Maire, 1914, 1927b), *Entoloma cedretorum* Romagn. & Riouss. et *Rhodocybe cedretorum* Bidaud & Cavet (Courtecuisse, 1994).

Dans la cédraie d'Ighil-Inguel, sur plus d'une centaine d'espèces répertoriées, seules peuvent être considérées comme spécifiques du cèdre les quelques espèces suivantes : *Cortinarius herculeus*, *C. cedretorum*, *Hebeloma eburneum*, *H. sordidum*, *Inocybe aurantiifolia*, *Hygrophorus russula* var. *cedretorum*, *Ramaria flavicolor* et *Tricholoma tridentinum* var. *cedretorum*.

La comparaison de nos relevés avec ceux effectués en France montre que les espèces communes à la Provence et à l'Algérie sont des espèces spécifiques du cèdre : *Cortinarius herculeus*, *Cortinarius cedretorum*, *Tricholoma tridentinum* Sing. var. *cedretorum*, *Ramaria flavicolor* ; une seule espèce n'est pas spécifique : *Boletopsis leucomelaena*. *Cortinarius herculeus*, *Tricholoma tridentinum* et *Boletopsis leucomelaena* sont communs à l'ensemble des cédraies étudiées.

Une partie des espèces que nous avons collectées n'a pu être identifiées, en particulier dans les genres *Cortinarius*, *Inocybe* et *Russula*. Le manque de travaux spécifiques à la flore d'Afrique du nord reste encore un facteur limitant pour la détermination des champignons supérieurs de ces régions.

Une autre difficulté est due à l'existence de différences morphologiques entre les formes européennes et méditerranéennes de certaines espèces, pouvant se traduire par des différences systématiques se situant au niveau de la sous-espèce, voire de la micro-espèce.

Ces modifications morphologiques peuvent être induites par les conditions climatiques du site. Maire (1935), signale en région méditerranéenne, la présence de formes aberrantes d'*Hebeloma* : d'une part *Hebeloma porphyrosporum*, peu éloigné des hébélomes typiques et pouvant constituer le type d'un sous-genre spécial, *Porphyroloma* ; d'autre part, *Hebelomina domardiana*, plus éloigné, qui présente une convergence morphologique remarquable avec les tricholomes. Bertault (1964) souligne d'importantes modifications provoquées par la sécheresse et l'humidité chez les amanites du Maroc. Dans certaines conditions, beaucoup de caractères distinctifs de certaines espèces se modifient ou s'oblitèrent ; la formation des sporophores peut même être complètement inhibée. L'insolation exerce également un effet sur la coloration de certaines parties du sporophore, tout comme l'excès d'humidité qui entraîne des changements de l'aspect habituel. Heinemann (1965) note cependant que, dans leur ensemble, les amanites marocaines ne sont guère différentes de celles de l'Europe, à l'exception de quelques cas de morphologies particulières dues à des accidents climatiques et de quelques formes particulières, peut-être endémiques. Ces formes méritent toutefois d'être signalées et décrites, pour mieux caractériser les champignons du Maroc qui, très souvent, et pour les genres les plus divers, s'écartent, par des caractères intraspécifiques subtils, mais constants, de leurs congénères des régions tempérées. Il existerait, dans les populations de « *pessundatum* » cédricoles, différentes formes colorées, certaines de couleur alutacée jaune (Malençon & Bertault, *in* Montégut, 1992). Ce phènomène aurait amené Bon (1984) a créer une forme ochralacée pâle : *Tricholoma tridentinum* var. *cedretorum* f. *ochraceopallidum*.

Une dernière difficulté dans la réalisation d'une synthèse bibliographique, sur

la macroflore fongique en général, est due aux remaniements fréquents de taxonomie et de nomenclature. Beaucoup d'espèces peuvent changer plusieurs fois de nom ; ainsi *Boletopsis grisea* et *B. leucomelaena* étudiés par Bernicchia & Bertucci (1995) : *Boletopsis grisea* (Perk) Bond & Sing. est synonyme de *Polyporus griseus* Perk et de *P. subsquamosus* L. : Fr. var. *repandus* Fr., tandis que *Boletopsis leucomelaena* (Pers.) Fayod est synonyme de *Boletus leucomelas* Pers. D'après Montégut (1992), *Boletopsis leucomelaena* est synonyme de *Polyporus leucomelas*. D'autres auteurs parlent de *Polyporus leucomelaena* et *Boletopsis leucogrisea*. Un autre exemple typique est celui de *Tricholoma tridentinum* var. *cedretorum*. Certains auteurs parlent de *T. cedrorum*, d'autres de *T. pessundatum*, *T. tridentinum* ou *T. tridentinum* var. *cedretorum* f. *ochraceopallidum*.

CONCLUSION

Depuis les travaux anciens de Maire, très peu d'études ont été consacrées à la macroflore du cèdre de l'Atlas, en Algérie.

L'inventaire que nous avons réalisé a permis de mieux connaître une partie importante de la macroflore fongique du cèdre de l'Atlas. Les conditions écologiques de la cédraie d'Ighil-Inguel permettent le développement d'un grand nombre d'espèces : sur plus de 120 espèces récoltées, 100 ont pu être identifiées ; elles appartiennent à 48 genres, essentiellement de la classe des Homobasidiomycètes. Les facteurs climatiques peuvent entraîner l'apparition, au sein des espèces algériennes, de variétés et de formes présentant des morphologies différentes de celles des espèces européennes. Cette variabilité, jointe au manque de données sur les champignons supérieurs de l'Afrique du nord, rend difficile l'identification de certains champignons qui pourraient compter parmi eux des espèces intéressantes. Néanmoins, le nombre d'espèces identifiées, dans la zone très limitée de la cédraie d'Ighil-Inguel peut être considéré comme important, par rapport au nombre global d'espèces relevées jusqu'ici sous le cèdre de l'Atlas, en Algérie. Un grand nombre d'espèces relevées à Ighil-Inguel (50) n'ont jamais été signalées dans les autres cédraies algériennes étudiées. Leur inventaire a permis d'enrichir les connaissances sur les champignons supérieurs du cèdre en Algérie.

La plupart des espèces récoltées sont caractéristiques des feuillus et des conifères de montagne. Beaucoup d'espèces citées dans la littérature comme spécifiques du cèdre ne le sont pas en réalité.

Depuis les travaux anciens de Maire et Malençon & Bertault, il n'a été décrit que peu d'espèces nouvelles de champignons supérieurs strictement liés au cèdre de l'Atlas. Il serait très intéressant, dans l'avenir, de poursuivre l'inventaire des champignons des cédraies d'Afrique du nord, pour avoir une meilleure connaissance de la flore fongique de ces peuplements, avant d'aborder d'autres aspects : écologiques, biologiques, phylogéniques,...

Remerciements : Nous remercions le Dr. R. Courtecuisse et Monsieur L. Riousset, membres de la Société Mycologique de France, ainsi que le Professeur G. Durrieu du Laboratoire Botanique et Forestier de l'Université de Toulouse, d'avoir bien voulu accepter de lire notre manuscrit et de l'enrichir par leurs remarques et leurs suggestions.

BIBLIOGRAPHIE

ABDESSLAM M. 1995 — Structure et fonctionnement d'un Karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidental (Grande Kabylie-Algérie). Doctorat d'Université en Sciences de la Terre, Univ. de Franche-Comté, 232 p.

BECKER G., 1986 — « *Les champignons* ». Gründ, 319 p.

BELLAHCÈNE O. & BENSAAD F., 1989 — Contribution à l'étude des relations sol-végétation de la partie nord du Djurdjura (région de Tala-Guilef). Thèse Ing. Agro., Univ. de Tizi-Ouzou, 83 p.

BERNICCHIA A. & BERTUCCI M., 1995 — *Boletopsis grisea* (Peck) Bond. & Sing. e *B. leucomelaena* (Pers.) Fayod. *Bollettino dell' associazione mycologica ed ecologica romana*, 34, 12 (1) : 8-17.

BERTAULT R., 1964 — Amanites du Maroc. 1ère contribution. *Bulletin de la société mycologique de France*, 80 (3), 21 p.

BERTAULT R., 1965 — Amanites du Maroc. 2e contribution. *Bulletin de la société mycologique de France*., 81 (3), 27 p.

BERTAULT R., 1978 a — Russules du Maroc. *Bulletin de la société mycologique de France*, 4 (1), 27 p.

BERTAULT R., 1978 b — Lactaires du Maroc. *Bulletin de la société mycologique de France*, 94 (3), 16 p.

BERTHET P. & RIOUSSET L., 1963 — Un *Pustularia* nouveau : *P. insignis*. Description de l'espèce et remarque sur un caractère cytologique du genre *Pustularia*. *Bulletin de la société mycologique de France*, 79 (3) : 392-398.

BERTHET P. & RIOUSSET L., 1965 — Un *Urnula* nouveau des cédraies provençales : *Urnula pouchetii nov. sp.* (Discomycètes operculés). *Bulletin de la société linnéenne de Lyon*, 34 (7) : 253-261.

BON M., 1984 — *Les tricholomes de France et d'Europe occidentale*. Paris, Lechevalier, 324 p.

BON M., 1991 — *Flore mycologique d'Europe n°2, tricholomes et ressemblants. Documents mycologiques* hors série, 163 p.

BOUHERAOUA H., 1992 — Contribution à l'étude phytosociologique et phytodynamique des groupement végétaux de la forêt du Boudjurdjura (Tala-Guilef, Djurdjura occidental). Thèse Ing. Agro., Univ. de Tizi-Ouzou, 107 p.

BOUDY P., 1952 — *Guide du forestier en Afrique du Nord*. Paris, La Maison rustique, 489 p.

CAPELLANO A. & RIOUSSET L., 1968 — *Geastrum melanocephalum* (Czern.) Stanek *f. melanocephalum* (= *Trichaster melanocephalus* Czern.) en France. *Bulletin de la société linnéenne de Lyon*, 37 (8) : 331-335.

CHEVASSUT G. & RASCOL J. P., 1987 — Liste des noms valides (et des anciens noms correspondants) des champignons ayant figure dans les expositions mycologiques de la région méditerranéenne et de sa bordure montagneuse tempérée. Fédération des associations mycologiques méditerranéennes (F.A.M.M.).

COULON M. & RIOUSSET L., 1967 — Contribution à l'étude de la flore mycologique de la cédraie du Petit Lubéron. *Bulletin de la société d'etude des sciences naturelles du Vaucluse*, 37-39 : 7 — 19.

COURTECUISSE R., 1994 — *Guide des champignons de France et d'Europe*. Lausanne (Suisse) — Paris, Delachaux & Niestlé, 476 p.

DERRIDJ A., 1985 — Etude de l'écologie, de la régénération des plantules du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti.). D.E.A. Ecologie, Univ. Paul Sabatier de Toulouse, U.E.R. des Sciences Naturelles, 74 p.

DERRIDJ A., 1994 — Exploitation de la variabilité intraspécifique de *Cedrus atlantica* Manetti en Algérie par l'étude des cônes. *Annales de la recherche forestière au Maroc*, 27 (2) : 435-450.

FOGEL R., 1976 — Ecological studies of hypogeous fungi. *Canadian journal of botany*., 54 (10) : 1152-1162.

FOLEY H. 1949 – Une amanite nord – africaine nouvelle : *Amanita mairei* Foley *n. sp.*. Travaux Botaniques – Mémoire hors-série. *Mémoires de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, 2 : 117-120.

FOLEY H., 1951 — Quelques observations nouvelles sur *Amanita mairei* n. sp. *Mémoires de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, 6-8 : 49-50.

GOUCEM H., 1991 — Contribution à l'étude de la mycorhization contrôlée du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) : recherche de milieux optimums pour la croissance mycélienne de quelques souches mycorhiziennes. Thèse Ing. Agro, Univ. de Tizi-Ouzou, 57 p.

HAMDINE, 1991 — Ecologie de la Genette (*Genetta genetta* L.), dans le parc national du Djurdjura. Station de Tala-Guilef. Thèse de Magister en Sciences Agro., I.N.A. d'Alger, 168 p.

HEINEMANN P., 1965 — Notes sur les psalliotes (*Agaricus*) du Maroc. *Bulletin de la société mycologique de France*, 81 (3) : 30 p.

HOCINE H., PERRIN R., & BELARBI R., 1990 — Variation of mycorrhizal association of *Cedrus atlantica* Manetti : the example of Tala-Guilef forest (Djurdjura). 8th Congress of the mediterranean phytopathological union, Agadir, Maroc, October 28th – November 3rd 1990, abstract p. 441.

HOCINE H., CHEVALIER G., PERRIN R. & BELARBI R., 1991 – Les mycorhizes de *Cedrus atlantica* en forêt et en pépinière. *C. R. Groupe de travail « Application des mycorhizes », 10-12 octobre 1991, I.N.R.A., Bordeaux.*

HOCINE H., BELARBI R., PERRIN R., & CHEVALIER G., 1994 – Possibilités de mycorhization de *Cedrus atlantica* Manetti. *Annales de la recherche forestière au Maroc*, 27 (1) : 350-361.

KÜHNER R. & MAIRE R., 1937 — Trois lépiotes peu connues. *Mémoires de la Société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord.*, 28 (2) : 108-112.

KÜHNER R. & ROMAGNESI H., 1974 — *Flore analytique des champignons supérieurs (Agarics, Bolets, Chanterelles)*. Paris, Masson, 556 p.

LANIER L., 1994 — Les champignons des cédraies en Algérie (étude comparative). *Annales de la recherche forestière au Maroc*, 27 (2) : 553-563.

LAPIE, 1909 — Etude phytogéographique de la Kabylie au Djurjura. Thèse-es-sciences, Univ. de Paris, Delagrave, 156 p.

MAIRE R., 1914 — La flore mycologique des forêts de cèdres de l'Atlas. *Bulletin de la société mycologique de France.*, 30 : 199-220.

MAIRE R., 1919 — Excursions mycologiques de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord dans la forêt de Reghaïa. *Mémoire de la société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord*, 10 : 131.

MAIRE R., 1927a — Excursions mycologiques de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord dans la forêt de Reghaïa, les 18 novembre 1923 et 23 novembre 1924. *Mémoire de la société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord*, 18 (5) : 121-124.

MAIRE R., 1927b — Compte-rendu de la session extraordinaire de la Société mycologique de France, à Alger (novembre 1926). *Bulletin de la société mycologique de France*, 43 (3-4) : 2-19.

MAIRE R., 1928 — Diagnoses de champignons inédits de l'Afrique du Nord. *Bulletin de la société mycologique de France*, 44 : 37-56.

MAIRE R., 1929 — Champignons nord-africains nouveaux ou peu connus. *Mémoire de la société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord*, 21 (9) : 279-282.

MAIRE R., 1932 — Champignons nord-africains nouveaux ou peu connus. *Mémoire de la société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord*,, 23 (7) : 223-224.

MAIRE R., 1935 – Un nouveau genre d'Agaricacées. *Mémoire de la société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord*, 26 (1) : 13-14.

MALENÇON G., 1952 – Prodrome d'une flore mycologique du Moyen Atlas, 1ère contribution, Protobasidiomycètes, Autobasidiomycètes. *Bulletin de la société mycologique de France*, 68 (9) : 297-326.

MALENÇON G., 1954 — Prodrome d'une flore mycologique du Moyen Atlas, 2e contribution. Protobasidiomycètes, Autobasidiomycètes. *Bulletin de la société mycologique de France*, 70 (2) : 117-156.

MALENÇON G., 1955 — Prodrome d'une flore mycologique du Moyen Atlas, 3e contribution, *Polyporaceae. Bulletin de la société mycologique de France*, 71 (4) : 265-311.

MALENÇON G., 1957 — Prodrome d'une flore mycologique du Moyen Atlas, 4e contribution, Protobasidiomycètes, Autobasidiomycètes. *Bulletin de la société mycologique de France*, 73 (4) : 289-330.

MALENÇON G., 1974-1975 — Champignons hypogés du Nord de l'Afrique. II Basidiomycètes. *Revue mycologique*, 39 : 279-306.

MALENÇON G. & BERTAULT R., 1970 — *Flore des champignons supérieurs du Maroc. Tome 1*. Faculté des sciences de Rabat, Maroc, 601 p.

MALENÇON G. & BERTAULT R., 1975 — *Flore des champignons supérieurs du Maroc. Tome 2*. Faculté des sciences de Rabat, Maroc, 539 p.

M.A.R.A., 1992 — A la découverte des champignons du parc. Note du Ministère de l'Agriculture d'Algérie sur le Parc National de Chrèa, 11 p.

MATHIEU F. & CALVET J.L., 1983 — Le cèdre de l'Atlas. *Forêts de France et action forestière*, 267 : 11-15.

M'HIRIT O., 1994. Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) : présentation générale et état des connaissances à travers le réseau Silva mediterranea « le cèdre ». *Annales de la recherche forestière au Maroc*, 27(1) : 3-21.

MONTEGUT J., 1992 — *Encyclopédie analytique des champignons*, 4e édition, « Champignons et Nature « .

NEZZAR-HOCINE H., PERRIN R. & HALLI-HARGAS R., 1995 — Mesure du potentiel infectieux ectomycorhizien du sol de la cèdraie de d'Ighil-Inguel (Djurdjura) : application à l'étude du transfert à un substrat de pépinière. C. R. 2e Colloque national « Plants forestiers », Salé (Maroc), 30-31 mars 1995. *Annales de la recherche forestière du Maroc* (sous presse).

QUEZEL P., 1957 — *Peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du nord*. Encycl. Biogéogr. Ecol., Paris, Lechevalier,, 463 p.

RIOUSSET L. & RIOUSSET G., 1991 — *Champignons de la cédraie du Petit Lubéron*. Session de journée de la F.A.M.M., Maillane, août 1991. *Nord*. Bordas, France, 999 p.

SMAIL D., 1994 — Ecologie des macromycètes lignicoles de deux massifs forestiers de Kabylie : Yakouren et Tala-Guilef. Thèse de magister. Univ. de Tizi-Ouzou, 87 p.

TOTH J., 1988 — Le Mont Ventoux. Document interne n°07-1988. INRA, Recherches forestières, station de sylviculture méditerranéenne, Avignon, 30 p.

Classes / Sous-classes / Ordres / Familles / Genres / Espèces.

FUNGI IMPERFECTI

Cenococcum graniforme (Sow.) Ferd. & Wing. (= *C. geophilum*).

ASCOMYCOTINA

HYMENOASCOMYCETES

Pezizomycetideae

Pezizales

Morchellaceae

Morchella costata (Vent.) Pers.
Morchella spp.

Pezizaceae

Aleuria aurantia (Pers. : Fr.) Fuckel (= *Peziza a.*)
Geopora sumneriana (Cooke) De la Torre (= *Sepultaria sumneriana* (Cke.) Mass.)
Paxina acetabulum (L. Fr.) O. Kuntze (= *Acetabula vulgaris* Fuckel = *Helvella a.*)
Sarcosphaera crassa (Santi ex Steudel) Pouzar (= *S. coronaria* (Jacq. ex Cke.)
Sowerbyella imperialis (Peck) Korf (= *S. unicolor*)

Tuberales

Tuberaceae

Tuber spp.

BASIDIOMYCOTINA

HOMOBASIDIOMYCETES

Aphyllophoromycetideae

Thelephorales

Thelephoraceae

Boletopsis leucomelaena (Pers.) Fayod (= *Caloporus leucomelas* Pers. : Fr.)

Clavariales

Ramariaceae

Ramaria aurea (Sch.) Quél. (= *Clavaria a.*)
Ramaria botrytis (Fr.) Rick.
Ramaria flavicolor Malç. (= *Clavariella flava* Maire).
Ramaria formosa (Pers. : Fr.) Quél.

Agaricomycetideae

Tricholomatales

Pleurotaceae

Hohenbuehelia petaloides (Bull. : Fr.) Schulz.

Hygrophoraceae

Hygrophorus chrysodon (Batsch : Fr.) Fr.
Hygrophorus eburneus (Bull. : Fr.) Fr.
Hygrophorus russula (Sch. : Fr.) Quél. et *var. cedretorum* Maire

Tricholomataceae

Armillaria mellea (Vahl. : Fr.) Kumm. *ss. lato.*
Clitocybe brumalis (Bull : Fr.) Kumm.
Clitocybe costata Kühn.& Romagn.
Clitocybe odora (Bull : Fr.) Kumm. (= *C. viridis*)
Clitocybe phaeophthalma (Pers.) Kuyp.
(= *C. hydrogramma* (Bull. : Fr.) Kumm. = *Singerella h.*)
Clitocybe spp.
Laccaria laccata (Scop. : Fr.) Cooke (= *Clitocybe l.*)
Lepista inversa (Scop.) Pat. (= *Clitocybe i.*)
Lyophyllum decastes (Fr. : Fr.) Sing. (= *L. aggregatum ss.lato*)
Lyophyllum deliberatum (Britz) Kreis. (= *L. infumatum* (Bres.) Kühn.)
Lyophyllum fumosum (Pers. : Fr.) Kühn. & Romagn. ex Orton
(= *L. aggregatum var.f.= L. cinerascens*)
Pseudoclitocybe cyathiformis (Bull. : Fr.) Singer (= *Clitocybe c.*)
Rugosomyces onychinus (Fr.) Raithelhuber (= *Calocybe o.*)
Tricholoma caligatum (Viv.) Rick.
Tricholoma fulvum (Bull : Fr.) Saccardo. (= *T. flavobrunneum*)
Tricholoma josserandii Bon (= *T. groanense*)
Tricholoma portentosum (Fr.) Quél.
Tricholoma pseudonictitans Bon
Tricholoma saponaceum (Fr. : Fr.) Kumm.
Tricholoma tridentinum Sing. *var. cedretorum* Bon
Tricholoma terreum (Sch. : Fr.) Kumm.
Tricholoma spp.

Marasmiaceae

Mycena galericulata (Scop. : Fr.) S.F. Gray
Mycena maculata Karst.
Mycena rosea (Bull.) Granberg
Mycena spp.

Dermolomataceae

Oudemansiella mediterranea (Pacioni & Lalli) Horak
Oudemansiella melanotricha (Dörf.) Mos. (= *Xerula m.*)
Oudemansiella radicata (Rehl. : Fr.) Sing. (= *Collybia r.*)

Agaricales

Agaricaceae

Agaricus arvensis Sch : Fr.
Agaricus silvicola (Vitt.) Peck (= *Ps. flavescens*)

Lepiota spp.
Macrolepiota excoriata (Sch. : Fr.) Wasser. (= *Lepiota e.*)
Macrolepiota procera (Scop. : Fr.) Sing. (= *Lepiota p.*)
Macrolepiota rhacodes (Vitt.) Sing. (= *Lepiota r.*)
Macrolepiota subsquarrosa (Locq.) Bon

Coprinaceae
Coprinus comatus (Müll. : Fr.) Pers.
Coprinus picaceus (Bull. : Fr.) S.F. Gray
Amanitales

Amanitaceae
Amanita rubescens (Pers. : Fr.) S.F. Gray.
Amanita vaginata (Bull. : Fr.) Vitt.
Entolomatales

Entolomataceae
Rhodocybe gemina (Fr.) Kuyp. & Noord.
(= *R.truncata* Quél. Kühn) et *var. mauretanicus* Maire
Cortinariales

Cortinariaceae
Cortinarius calochrous (Pers. : Fr.) Fr.
Cortinarius castaneus (Bull. : Fr.) Fr.
Cortinarius cedretorum Maire
Cortinarius duracinus Fr.
Cortinarius elegantissimus Henry
Cortinarius herculeus Malençon.
Cortinarius odorifer Britz.
Cortinarius spp.
Hebeloma crustuliniforme (Bull.) Quél.
Hebeloma eburneum Malençon.
Hebeloma edurum Métr. ex Bon
Hebeloma mesophaeum (Pers.) Quél.
Hebeloma sinapizans (Paulet) Gill.
Hebeloma sordidum Maire
Hebeloma versipelle (Fr.) Gill.
Hebeloma spp..
Inocybe aurantiifolia Beller
Inocybe kuehneri St. & Ves.(= *I. eutheles* (Berk. & Br.) Quél.)
Inocybe leptocystis Atk.
Inocybe nitidiuscula (Britz.) Sacc. (= *I. friesii* Heim)
Inocybe rimosa (Bull : Fr.) Kumm. (= *I. fastigiata* (Sch.) Quél.)
Inocybe subbrunnea Kühn.
Inocybe spp.

Strophariaceae
Psilocybe cyanescens (Maire) Kühn. (= *Hypholoma cyanescens* Maire)
Russulales

Russulaceae
Lactarius mitissimus (Fr. : Fr.) Fr.
Lactarius vellereus (Fr. : Fr.)Fr.

Russula alutacea (Pers. : Fr.) et var. *brunneola* Bert.
Russula azurea Bres.
Russula delica Fr.
Russula krombholzii R. Shaffer (= *R. atropurpurea* (Krombh.) Britz.)
Russula nigricans (Bull.) Fr.
Russula ochroleuca (Hall.) Pers.
Russula subfoetens Smith
Russula torulosa Bres.
Russula turci Bres.
Russula spp.

Boletales

Gomphidiaceae

Gomphus clavatus (Pers. : Fr.) S.F. Gray

Boletaceae

Boletus erythropus Pers.
Boletus spp.
Chalciporus amarellus (Quél.) Bataille.
Leccinum crocipodium (Letellier) Watle. *(= L. tesselatum = L. nigrescens)*
Suillus placidus (Bonorden.) Sing.
Suillus granulatus (L. : Fr.) Roussel
Xerocomus chrysenteron (Bull.) Quél.

Strobilomycetaceae

Strobilomyces strobilaceus (Scop. : Fr.) Berk.
(= *Strobilomyces floccopus* (Vahl. : Fr.) Karsten)

Rhizopogonaceae

Rhizopogon vulgaris (Vitt) Lange M. (= *R. provincialis* Tul.)

Gasteromycetideae

Lycoperdales

Geastraceae

Geastrum triplex Junghuhn

Lycoperdaceae

Bovista plumbea Pers. : Pers.
Calvatia excipuliformis (Sch. : Pers.) Perdeck
(= *Handkea e.* = *Lycoperdon saccatum* Schum.)
Lycoperdon perlatum Pers. : Pers.*(= L. gemmatum)*

Sclerodermatales

Pisolithaceae

Pisolithus arrhizus (Scop.) S. Rauchert (= *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Desm.)

Sclerodermataceae

Scleroderma verrucosum (Bull. : Pers.) Pers.

Tableau 2 : Champignons récoltés sous *C. atlantica* à Tala-Guilef, d'octobre à décembre et d'avril à juin (1989 à 1992) (liste non exhaustive)
Table 2 : Mushrooms collected in a *C. atlantica* forest at Tala-Guilef station, from October to December and from April to June (1989 to 1993). (non exhaustive list)

Source : MNHN, Paris

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES CARACTERES CULTURAUX CHEZ LES *HYMENOCHAETACEAE* (*BASIDIOMYCOTINA*)

J.C. LÉGER et P. LANQUETIN

Laboratoire de Biotaxinomie et Nuisances fongiques,
Université Claude Bernard-Lyon I, Bât. 405,
43 Bd du 11 Novembre 1918,
F-69622 Villeurbanne Cedex.

RÉSUMÉ : Sept espèces d'*Hymenochaete* sont étudiées en culture : *H. acanthophysata* Léger, *H. carpatica* Pilat, *H. fuliginosa* (Pers.) Lév.,, *H. hauerslevii* Léger, *H. nanospora* Léger, *H. ochromarginata* Talbot, *H. spathulata* Léger. Des compléments sont apportés aux caractères culturaux de trois autres *Hymenochaete* : *H. contiformis* G.H. Cunn., *H. minuscula* G.H. Cunn., *H. pinnatifida* Burt. Enfin, *Hydnochaete duportii* Pat., première espèce du genre étudiée en culture, révèle des caractères tout à fait identiques à ceux des *Hymenochaete*.

ABSTRACT : The cultures of seven species of *Hymenochaete* are described : *H. acanthophysata* Léger, *H. carpatica* Pilat, *H. fuliginosa* (Pers.) Lév., *H. hauerslevii* Léger, *H. nanospora* Léger, *H. ochromarginata* Talbot, *H. spathulata* Léger. The cultural characters of *H. contiformis* G.H. Cunn., *H. minuscula* G.H. Cunn., *H. pinnatifida* Burt are completed. In addition *Hydnochaete duportii*, the first species of the genus to be cultivated, showed the same cultural characters as the genus *Hymenochaete*.

MOTS-CLÊS : *Hymenochaete*, *Hydnochaete*, cultures.

Hymenochaete acanthophysata Léger, *Mycotaxon* 13 : 249, 1981

Souches cultivées : paratypes (Côte d'Ivoire et Gabon).

Spores uninucléées.

Monospermes (LY 7053) : Une seule germination conservée se révèle identique au polysperme ; l'étude d'autres monospermes serait souhaitable pour assurer l'homothallie présumée.

Polyspermes (LY 7053, 9261, 9417), cultivés sur milieu de Nobles (1948).

- Croissance : Très lente (45-70 mm en 6 semaines).
- Aspect : l'étude à partir des souches âgées de 6 mois montre un mycélium aérien abondant, lâche, blanc laineux avec un mycélium submergé brun rouge (LY 9261) ou ocre (LY 9417). Odeur nulle. L'étude à partir d' une souche âgée de 15 ans montre à 6 semaines un mycélium aranéeux, blanchâtre à la marge régulière puis plus

dense, tassé, feutré, à surface uniformément alutacé pâle (10 YR 8/3, 8/4 à 8/6 du Code Munsell) qui couvre totalement la bouture et le milieu bruni dans la partie âgée.

- Microscopie :

* mycélium aérien très adhérent au milieu bruni ; un scalp montre :

- des hyphes superficielles, hyalines, régulières, × (1)-1,5-4,5-(5) µm ;
- immédiatement en dessous, des hyphes hyalines ou brunies dont les plus larges, régulières, × (3)-4-(5) µm, ont une paroi légèrement à franchement épaissie (0,75 µm sur une hyphe de 5 µm). Leurs rameaux grêles, × 1,2-1,5-(2) µm, à paroi mince, sont irréguliers, très contournés, leur donnant un peu l'aspect de puzzle lâche bien qu'aucune vraie croûte en puzzle ne se rencontre dans les cultures.
- des hyphes acanthophysoïdes hyalines ou brunies, régulières ou à articles enflés, × 5-8 µm, à paroi mince ornée de petites pointes ou courtes digitations de 1 à 2,5-(4) µm de long (Fig. 1, A,B,C,D). Très rarement, ces pointes grêles portent à leur extrémité une petite boule subsphérique à paroi nette (Fig. 1, E) ; ces petites boules ne sont jamais observées à l'état libre dans le milieu. Le contenu des hyphes irrégulières est souvent guttulé.
- de très nombreux drépanocystes souvent groupés, parfois à paroi brune, sont présents dans la souche âgée LY 7053 mais absents des jeunes cultures LY 9261 et 9417 ; ceci confirme la variabilité de ce caractère.

* mycélium submergé : hyphes profondes régulières, hyalines, × 1-4,5 µm, montrant de nombreux drépanocystes chez LY 7053.

- Cytologie : les 7 souches étudiées ont des hyphes à articles plurinucléés à (2)-3-8-(10) noyaux.

- Oxydases :

acide gallique : + + + (+), 0 gaïacol : + + + + +, 0
paracrésol : - tyrosine : -

CODE (selon Nobles, 1965 et divers compléments regroupés dans Nakasone, 1990) :
2a-6-(26)-(31b)-31f-32-(36-37)-39-47-54-(57 ?)-66.

De croissance très lente, le mycélium d'*H. acanthophysata* est surtout caractérisé par la présence d'hyphes acanthophysoïdes (31f), déjà signalées dans les cultures de *H. pinnatifida* (Léger et Lanquetin, 1990) et de *H. denticulata* (Léger et Lanquetin, 1992). Cependant, outre son comportement nucléaire différent, *H. acanthophysata* ne possède ni les dendrophyses du mycélium de *H. pinnatifida* ni les spinules courtes et ornées de pointes observées dans celui de *H. denticulata*.

Hymenochaete carpatica Pilat, Hedwigia 70 : 124, 1931.

Souche cultivée : LY L-614, sur *Acer pseudoplatanus*, Kanton Glarus, Braunwald, Suisse, *leg. et det.* A. Baici, 15 fév. 1990.

Spores uninucléées.

Monospermes : les spores germent après 4-5 jours ; les germinations se développent extrêmement lentement. Les articles des hyphes sont en majorité binucléées avec cependant quelques articles uni- ou trinucléés ; l'espèce est donc présumée homothalle.

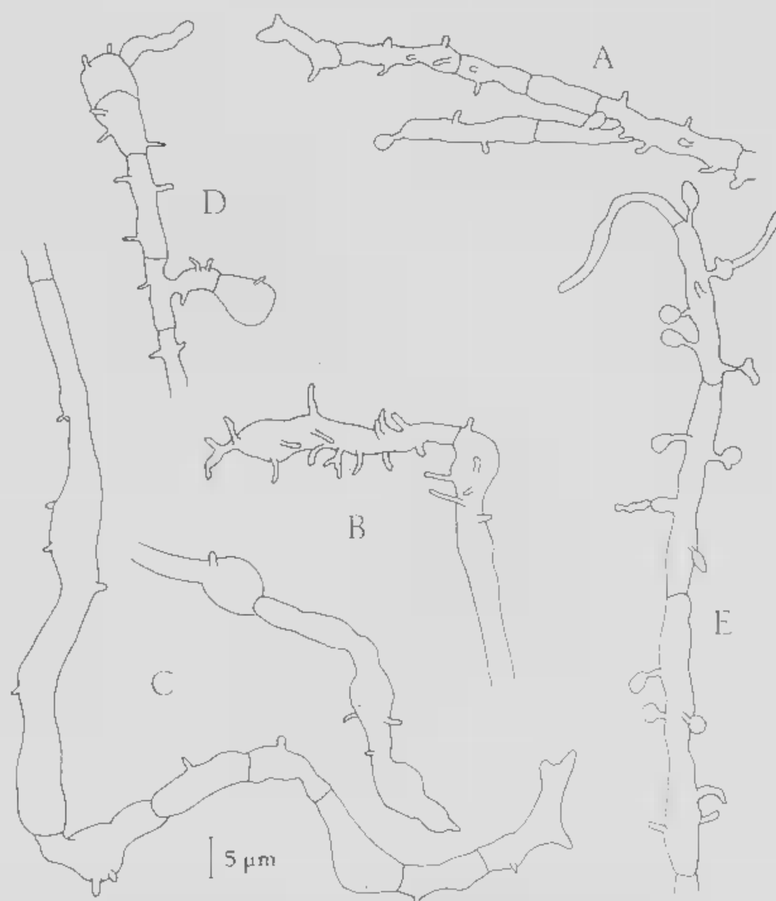


Fig. 1 — Cultures d'*Hymenochaete acanthophysata*. Mycélium aérien. A, B, C, D : hyphes acanthophysoïdes. C : idem, avec petites boules à l'extrémité des pointes.

Fig. 1 — Cultures of *Hymenochaete acanthophysata*. Aerial mycelium. A, B, C, D : acanthophysate hyphae. C : idem with ball-tipped outgrowths.

Polysperme :

- Croissance extrêmement lente (25-35 mm en 6 semaines à 20°C), encore plus lente à 24°C.

- Aspect : marge très régulière, appliquée ; culture pâle ; mycélium aérien presque nul à la marge, d'aspect opaque ; ailleurs, mycélium aérien très ras à finement laineux, blanchâtre à alutacé (10 YR 8/6 puis ultérieurement et localement 10 YR 7/6) ; revers inchangé ; odeur nulle.

- Microscopie :

* mycélium aérien montrant :

- des hyphes régulières, à paroi mince et hyaline (parfois jaunâtre ou légèrement épaissie), la plupart × 1-2,5 µm, quelques unes × 3-4 µm.
- naissant sur des hyphes à paroi mince, des spinules brunes, pointues, à paroi épaisse (1-2,5 µm), (65)-80-95-(110) × (4)-5-6 µm (Fig. 2, A).
- des hyphes sétoïdes brunes, 115-240-(400) × 4-5 µm (Fig. 2, B). Parfois l'hyphe sétoïde étroite, × 2 µm, ne s'élargit que dans les 100 µm apicaux, le sommet étant très souvent arrondi ; la paroi est uniformément épaissie ou amincie vers le sommet.

* mycélium submergé montrant des hyphes hyalines, régulières, × 1,5-3-(4) µm, à paroi mince et contenu faiblement guttulé ainsi que quelques hyphes larges un peu irrégulières et parfois des hyphes sétoïdes hyalines.

N.B. : aucun drépanocyste n'a été observé ; localement ont été décelées des hyphes hyalines imbriquées en puzzle.

- Cytologie : hyphes aux articles régulièrement binucléés avec de rares articles uni- ou trinucléés.

- Oxydases :

acide gallique : + + + +, 0 — gaïacol : + + + à + + + +, 0

paracrésol : - — tyrosine : -, tr.

CODE : 2a-6-(11)-17-18-32-36-38-47-54-(57)-61H. Note : 61H indique qu'après une phase uninucléée fugace, le mycélium passe au stade dicaryotique sans plasmogamie (Léger et Lanquetin, 1990).

Le mycélium de *H. carpatica* se caractérise par sa teinte pâle, sa croissance extrêmement lente et la présence de nombreuses spinules et hyphes sétoïdes dans toutes les cultures.

Hymenochaete contiformis G.H. Cunn., Trans. Roy. Soc. N.-Z. 85 : 41, 1957.

Les caractères culturaux ont été publiés précédemment (Léger et Lanquetin, 1987) à l'exception de la thallie. Une nouvelle récolte, LY L-669 (Le Baril, La Réunion, *leg.* G. Gilles, 4 avril 1990, *det.* Léger) a permis d'obtenir des monospermes : les six cultures étudiées sont formées d'hyphes aux articles très régulièrement binucléés. *H. contiformis* est donc homothalle présumé. De plus, tous les autres caractères macro- et microscopiques signalés en 1987 sont confirmés, sauf les rameaux élargis, très irréguliers du mycélium submergé (voir fig. 3,F de l'article de 1987) qui n'ont pas été observés dans les cultures de LY L-669 ; ce caractère n'a donc pas de valeur spécifique.

CODE : 2a-6-11-(22)-26-32-37-39-47-54-(57)-61H.

Hymenochaete fuliginosa (Pers.) Lév., Ann. Sci. Nat. III : 152, 1846.

Souches cultivées : LY L-587, *H. fuliginosa*, sur *Abies*, Artigues (alt. 1200m), France, *leg. et det.* G. Gilles, 26-8-1989 ; LY L-685 et 686, *H. subfuliginosa*, sur *Quercus petraea*, et LY L-687 sur *Acer campestre*, Krivoklat, distr. Rakovnik, Bohemia Centr., *leg. et*

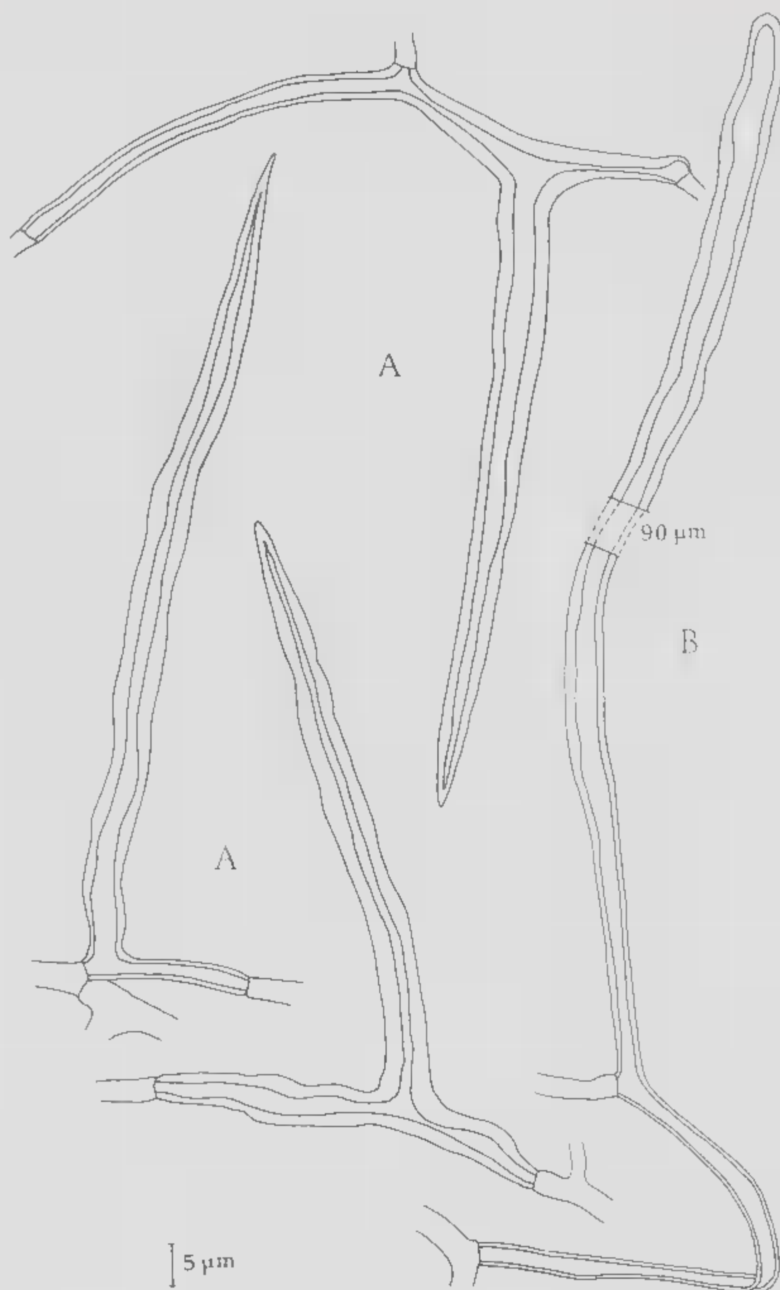


Fig. 2 — Cultures d'*Hymenochaete carpatica*. Mycélium aérien. A : spinules. B : hyphe sétoïde.
Fig. 2 — Cultures of Hymenochaete carpatica. Aerial mycelium. A : setae. B : setoid hypha.

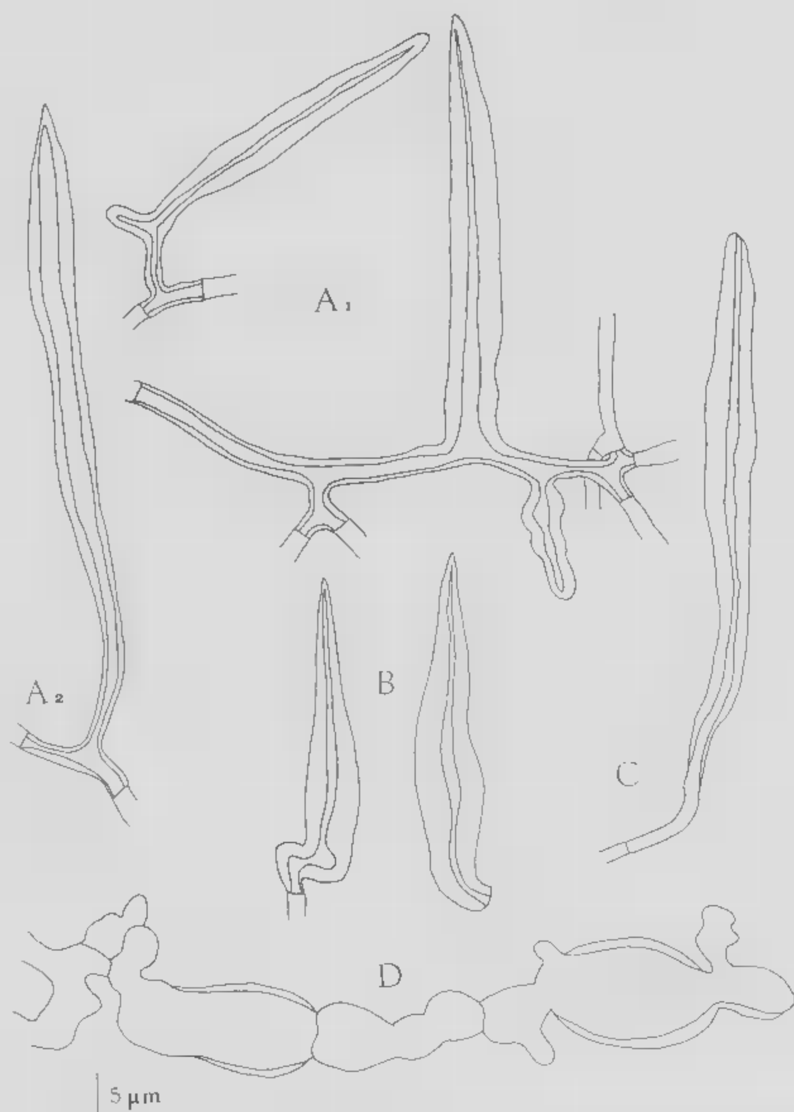


Fig. 3 — Cultures d'*Hymenochaete ochromarginata*. A1 et A2 : spinules du mycélium aérien. B : spinules dans la partie supérieure de la couche sétigère de la fructification. C : idem, dans la partie inférieure de la même couche. D : articles difformes du mycélium submergé.

Fig. 3 – Cultures of *Hymenochaete ochromarginata*. A1 and A2 : setae in the aerial mycelium. B : setae in the upper part of the setigerous layer of the fructification. C : idem in the lower part of the same layer. D : deformed articles of the submerged mycelium.

det. Kotlaba et Pouzar, 27-7-1990. Remarque : des études comparatives détaillées de nombreux carpophores de *H. fuliginosa* et *H. subfuliginosa* avaient amené l'un de nous (J.C. L.) à conclure à la synonymie de ces deux espèces (résultat encore inédit). Cette synonymie est confirmée par la comparaison des ITS de l'opéron ribosomique des souches LY L-587 et 687 qui indique une homologie totale (Mugnier, communication personnelle).

Spores uninucléées.

Germinations : développées 7 jours après dispersion des spores, elles montrent des hyphes grêles × 1-1,5 µm et quelques rares hyphes × 2-2,5 µm. Les germinations de LY L-587 montrent dès 7 jours la présence de drépanocystes.

Monospermes : formés d'hyphes aux articles très régulièrement binucléés, exceptionnellement uni- ou trinucléés. Quelques vésicules terminales subsphériques sont observées ainsi que des drépanocystes non rares.

Polyspermes :

- Croissance : extêmement lente (15-23 mm en 6 semaines).
- Aspect : marge régulière : à six semaines, mycélium aérien peu développé, blanc, ras, aranéeux sauf aux abords de la bouture où il est plus dense et se teinte de jaune soufre (vers 5 Y 9/8) à jaune de Naples (5 Y 8/6). Revers jaune citron (coloration diffusant dans le milieu de culture). Odeur nulle.
- Microscopie :

* mycélium aérien formé d' hyphes régulières, hyalines, × 1,2-3-(4) µm, montrant de nombreux drépanocystes, de quelques hyphes à paroi brunie, moins régulières, × 2-3 µm et de rameaux avec vésicules terminales × (4)-5-7-(10) µm pouvant passer pour des formations de type chlamydospores.

* mycélium submergé formé d'hyphes moins régulières, les principales × 3-4-(5) µm, les secondaires grêles × 1,2-2-(2,5) µm, à paroi mince. Pas ou très peu de renflements terminaux.

Remarque : à six semaines, les cultures ne montrent pas de croûte, tout au plus peut-on rencontrer quelques rameaux hyalins contournés semblables aux rameaux initiateurs de croûte ; si les cultures sur milieu de Nobles sont conservées, des lignes brunes apparaissent vers le quatrième mois : elles sont constituées d'hyphes imbriquées en puzzle.

— Cytologie : hyphes sans boucles, aux articles tous binucléés ; vésicules terminales également binucléées.

— Oxydases :

acide gallique : + + +(+) à + + + +, 0 gaïacol + + + à + + +(+)
paracrésol : - tyrosine : -

CODE : 2a-6-(11)-26-32-36-37-39-47-54-55-(57)-61H.

Hymenochaete hauerslevii Léger, Mycotaxon 13 : 253, 1981.

Souche cultivée : LY L-649, Cilaos, La Réunion, *leg.* G. Gilles et J. Boidin, 29 mars 1990, *det.* Léger.

Spores uninucléées.

Monospermes : formés d'hyphes aux articles très régulièrement binucléés, exceptionnellement uni- ou trinucléés ; l'espèce est donc présumée homothalle.

Polysperme :

- Croissance extêmement lente (18 à 24 mm en 6 semaines).
- Aspect : marge régulière ou un peu lobée. A six semaines, mycélium aérien blanchâtre, ras, ne cachant pas le milieu jauni dans la partie jeune et plus élevé, lâche, blanchâtre à couleur de chaume (5 Y 8/3, 8/4) sur la bouture et ses abords où il ne masque pas le milieu teinté de roux. Le plus souvent il faut attendre deux à trois mois pour que se forment des points ou des petites lignes bruns ou une mince croûte brune étalée et ornée de crêtes. Revers : partie agée caramel et partie jeune jaune citron parsemée de lignes et points bruns avec l'âge.
- Microscopie :

* mycélium aérien formé d'hyphes régulières, hyalines, × (1)-1,5-2,5-(4) µm et de quelques-unes brunes, à paroi épaissie avec des amas de substance résinoïde. Vers la bouture, sont observées des hyphes brunes à paroi épaisse, imbriquées en un puzzle dont la périphérie présente quelques vésicules × 8-10 µm et des rameaux bruns, à paroi épaisse avec dépôts de matière résinoïde.

* mycélium submergé formé d'hyphes irrégulières × 1,2-3,5-(4) mm, avec parfois quelques renflements × 5-8 µm ou vésicules × 5-10 µm. La zone brunie montre des rameaux initiateurs de croûte et un plectenchyme très mince.
Aucun drépanocyste n'a été observé.

- Cytologie : hyphes aux articles régulièrement binucléés, exceptionnellement trinucléés.
- Oxydases :

acide gallique : + + + + +, 0	gaïacol : + + + +, tr. ou 0
paracrésol : -	tyrosine : -, tr.

CODE : 2a-6-11-21-(26)-32-37-39-47-54-(57)-61H.

H. hauerslevii, dont le carpophore présente un hyménium pourvu de pseudoacanthophyses n'a jamais montré d'hyphes acanthophysoïdes en culture contrairement aux deux autres espèces à éléments hyméniens pinnatifides cultivées à ce jour, *H. acanthophysata* et *H. pinnatifida.*

Hymenochaete minuscula G.H. Cunningham, Trans. Roy. Soc. N.-Z., 85 : 48, 1957.

Souche cultivée : LY L-552, sur *Philippia montana*, Col de Bellevue, La Réunion, *leg.* J. Boidin, 22 mars 1987, *det.* Léger.

Spores uninucléées.

Monospermes formés d'hyphes aux articles binucléés, exceptionnellement uni-, tri- ou tétranucléés. L'espèce est donc présumée homothalle comme nous l'avions déjà signalé (Léger et Lanquetin, 1989).

Polysperme :

- Croissance nulle à l'obscurité ; à la lumière et à 24°C, croissance lente à plus souvent extrêmement lente, 30-40-(60) mm en 6 semaines.

- Aspect : marge régulière ou lobée ; sur la bouture et ses abords, le mycélium aérien est blanchâtre, élevé, très lâche, pouvant se teinter localement d'alutacé pâle (10 YR 8/3) et exsuder ensuite des gouttes ambrées ; hors bouture, le mycélium est bas, réduit à un maigre tomentum subpelucheux ou à une simple pruine, ne cachant pas les très fines lignes ou crêtes concentriques éventuellement présentes ni le milieu dont le brunissement est toujours à disposition rayonnante. Revers bruni en partie. Odeur nulle.

- Microscopie :

* mycélium aérien formé d'hyphes régulières, × 1-2,5-(3) µm, montrant quelques drépanocystes et de quelques hyphes oléifères. Dans la zone où il forme de fines crêtes, il montre en outre des rameaux bruns à paroi épaisse avec petits renflements en série et une croûte sombre, coriace, dont les éléments imbriqués en puzzle ont une paroi très épaisse.

* mycélium submergé constitué d' hyphes à paroi mince, × 1,5-3,5-(4) µm sauf sous les croûtes où sont visibles des hyphes brunes à paroi épaisse formant une croûte en puzzle et des rameaux bruns à paroi épaisse avec petits renflements successifs × 5-6 µm, atteignant quelquefois 12-15 µm et à paroi très épaisse.

- Cytologie : hyphes aux articles très régulièrement binucléés.

- Oxydases :

acide gallique : + + + +, tr.	gaÏacol : + + + + +, 0
paracrésol : -, précipité blanc	tyrosine : -, 0

CODE : 2a-6-11-(26)-32-36-39-47-54-(57)-61H.

Hymenochaete nanospora Léger, Cryptogamie, Mycol. 4 : 235, 1990.

Souches cultivées : holotype (LY 5914, République Centrafricaine) et paratype (LY 9147, Gabon).

Spores uninucléées.

Polyspermes :

- Croissance : moyenne (boîte couverte en 3,5 semaines).

- Aspect : marge régulière ; mycélium aérien abondant, élevé, lâchement laineux dans la partie jeune, blanchâtre à alutacé (10 YR 8/4 à 8/6), puis plus dense, subfeutré, teinté de beige (10 YR 7/4) à chamois (10 YR 7/6), passant à isabelle (7,5 YR 7/4 à 7/6), localement cannelle (7,5 YR 6/6, 5/4 ; 5 YR 5/6). Une croûte

fauve-testacé (4 YR 5/6) peut apparaître en surface mais généralement le mycélium aérien masque presque totalement les lignes et crêtes brunes, bien visibles par contre sur le revers. Revers fortement bruni par plages. Odeur nulle à légèrement fruitée.

- Microscopie :

* mycélium aérien séparable comme une peau et montrant :

- des hyphes hyalines denses, régulières, généralement × 1,2-2 µm, quelques-unes × 3-4-(5) µm.
- des rameaux terminaux bruns, réguliers, de 45-65-(80) × 2-3 µm, ornés de petits amas résinoïdes sur leur paroi épaissie jaune ou brune.
- sur des hyphes hyalines à paroi mince, des articles élargis × 5 µm et à paroi brune très épaisse.
- localement des hyphes brunes × 2-3 µm, à paroi épaisse, solidement imbriquées en puzzle et correspondant à la croûte sombre.
- localement, surtout dans le mycélium aérien élevé, des chlamydospores × 5-8-(15) µm de diamètre, à paroi mince ou épaisse.

* mycélium submergé formé d'hyphes principales régulières, × 4-5,5 µm, à paroi un peu épaissie et localement irrégulièrement épaisse ; hyphes secondaires irrégulières, à paroi mince, × 1,5-2,5 µm.

- Cytologie : hyphes aux articles le plus souvent binucléés mais parfois uni-, tri- ou tétranucléés.

- Oxydases :

acide gallique : + + + + +, 10 mm	gaïacol : - à + +, 0
paracrésol : -	tyrosine : -, 10 mm

CODE 2a-6-11-21-(34)-37-39-44-54-64.
Remarque : aucun drépanocyste n'a été décelé dans les cultures même après 27 ans de conservation.

Hymenochaete ochromarginata Talbot, *in* Wakefield and Talbot, *Bothalia* 4 : 944, 1948.

Souche cultivée : LY L-612, Thailande, *leg.* A. David, fév. 1990, *det.* Léger.

Spores uninucléées.

Monospermes : germinations des spores en 4-7 jours, à croissance très lente ; les hyphes sans boucles ont des articles en grande majorité bi- ou trinucléées avec quelques rares articles à 1-4-5 noyaux ; l'espèce est présumée homothalle.

Polysperme :

- Croissance : extrêmement lente,15-28 mm en 6 semaines.
- Aspect : marge pâle, irrégulière, festonnée ; la plus grande partie de la culture est un mycélium ras, velouté, testacé pâle (5 YR 6/6), noisette (5 YR 5/6) à fauve (5 YR 5/8) atteignant chaudron (5YR4/8), tandis que, localement, on observe du mycélium élevé, duveteux, clair (7,5 YR 8/2). A neuf mois, sont apparues des plages veloutées, brun chocolat (5 YR 3/3 à 3/4), correspondant à des fructifications. Revers bruni avec coloration jaune pâle diffusant sans le milieu. Odeur nulle.

- Microscopie :

* mycélium aérien formé d'hyphes régulières, × 1-2,75-(3,5) µm, à paroi mince et d'hyphes fibroïdes étroites, × 1,5-2-(2,5) µm, à paroi épaissie. Des spinules, (32)-40-53 × (4)-5-(6) µm ne sont observées qu'après 13 semaines (Fig. 3, A1) ; quelques unes sont élancées, 60-80 × 4-5 µm (Fig. 3, A2).
Fructifications apparues à 9 mois ; les plages veloutées, brun chocolat, coriaces sont des fructifications de 550-800 µm d'épaisseur qui montrent successivement :
- une couche sétigère dense, de 200-250 µm d'épaisseur, (hyménium compris) dans sa partie superficielle ; basides à 4 stérigmates, 10-20-(25) × 3-3,5 mm, et très nombreuses spinules (30)-35-40-(45) × 5-6-(7) µm (Fig.3, B), à lumière réduite, pouvant émerger de 10-20 mm ; la partie profonde de la couche sétigère, de 300 µm d'épaisseur, plus lâche, est faite d'hyphes × 1,5-2-(2,5) µm, enchevêtrées en tous sens, certaines à paroi épaissie et de spinules moins nombreuses et plus longues, 50-70 × 4-5-(6) µm (Fig. 3, C).
- une couche épaisse de 200 µm, dépourvue de spinules et formée d'hyphes brunes, régulières, enchevêtrées en tous sens, × 1,5-2-(3) µm.
- un cortex de 10 µm environ d'épaisseur, constitué d'hyphes rougeâtres cimentées entre elles pour former un puzzle.
- sous le cortex, des hyphes brunes × 1,5-2,5-(3) µm dans la gélose fortement brunie.
Ces fructifications en culture ont une structure très semblable au basidiome récolté (couche sétigère, contexte, cortex et tomentum) qui appartient à la section *Hymenochaete*.
En dehors de la fructification, le mycélium montre à neuf mois des hyphes très régulières, × 1-2 µm, à paroi épaissie et quelques spinules 55-73 × 3,5-6 µm semblables à celles de la base de la couche sétigère.

* mycélium submergé formé d'hyphes subrégulières × 1-3,5 µm, peu denses. Quelques articles difformes, à présence inconstante, sont peut-être des formes de dégénerescence (Fig. 3, D).
Aucun drépanocyste n'a été obervé dans toutes les cultures.

- Cytologie : hyphes aux articles régulièrement binucléés avec de très rares articles uni- ou trinucléés, isolés ou en courtes séries.

- Oxydases :

acide gallique : + + + +, tr. gaïacol : -, 0
paracrésol : - tyrosine : -, 0

CODE : 2a-6-(8)-(11)-(17)-32-37-39-47-(57)-61H.
Remarque : le mycélium de *H. rubiginosa* (Dicks. ex Fr.) Lév., espèce proche de *H. ochromarginata* se distinguerait par la présence de très nombreuses chlamydospores (Boidin, 1958 ; Job, 1989, inédit).

Hymenochaete pinnatifida Burt, *Ann. Mo. Bot. Gard.* 5 : 355, 1918.

Certains caractères culturaux ont été publiés (Job, 1986 ; Léger et Lanquetin, 1989) mais une étude plus approfondie permet d'ajouter aujourd'hui des données intéressantes.

Souches étudiées (outre LY L-L542 et LY 6041 cités en 1989) : LY 5584, La Maboké, Bomango, République Centrafricaine, *leg.* J. Boidin, 31-05-1965 ; LY 5931, idem, sur *Carapa procera*, *leg.* J. Boidin, 16-09-1967 ; LY 8091, La Guadeloupe, *leg.* J. Boidin,

29-09-1976 ; LY 9260, Libreville, Gabon, *leg.* G. Gilles, 20-11-1978 ; LY L-678, Marine de Vincendo, La Réunion, *leg.* J. Boidin, 11-04-1990 (tous *dét.* Léger).

Monospermes : spores uninucléées germant après 4 jours ; articles des hyphes en majorité binucléés avec quelques articles tri- ou tétranucléés isolés ou en série et parfois des articles à 5-6 noyaux. Microscopie identique à celle des polyspermes ; l'espèce est présumée homothalle.

Polyspermes :

- Croissance très lente, 45-60, exceptionnellement 80 mm en 6 semaines.
- Aspect : marge dense, régulière ou lobée, submergée sur 2-3 mm. Mycélium aérien aranéeux cotonneux d'abord blanchâtre beige saumon pâle (5 YR 8/4) puis 5 YR 6,5/8 (vers apricot buff Ridgway), enfin Mikado brown (5 YR 5/6) à *spadiceus* Fr. (5 YR 4/4). Certaines cultures ont une croûte presque noire, vers 10 R 2/1 ; toutes sont traversées par de fines crêtes en relief brunes à liseré blanc. Souvent le mycélium exsude de nombreuses gouttelettes. Revers : bruni sauf à la marge ; milieu fortement bruni dans toutes les cultures. Odeur nulle.
- Microscopie :

* mycélium aérien montrant :

- des hyphes régulières, sans boucles, × 1,2-2,5-(3) µm, à paroi mince en général.
- quelques hyphes ornées de pointes ou digitations, dites « acanthophysoïdes » (Fig. 4, B) et signalées pour la première fois dans Léger & Lanquetin, 1990. Dans des cultures jeunes seulement, des petites boules de 1,5-2 µm sont visibles à l'extrémité des pointes (Fig. 4, C) comme observé chez *H. acanthophysata*.
- des hyphes brunes à paroi ferme à épaisse, × 1-2,8 µm, souvent à aspect de fibres.
- de très nombreuses dendrodichophyses (Fig. 4, A) aux rameaux ultimes très courts et très ramifiés évoquant les dichophyses racémeuses à coralloïdes de certains *Vararia* ; parfois très serrées, elles prennent naissance sur des hyphes brunes × 1,5-3 µm, régulières, situées au dessus d'une croûte brune formée d'hyphes brunes à paroi épaisse, imbriquées en puzzle (Fig. 4, D).
- des drépanocystes peu nombreux.

* mycélium submergé formé d'hyphes × 1,8-5 µm, à paroi mince ou un peu épaissie et brunie. Quelques fibres à lumière subnulle, × 2-3 µm. Dans certaines cultures, présence de fragments de puzzle noirâtre fait d'hyphes atteignant parfois × 5 µm avec paroi épaisse de 1 µm.

Remarque : D. Job (1986) ne signalant ni hyphes acanthophysoïdes ni croûte, nous avons étudié une culture (BAFC n° 226, *leg.* et *det.* Job) aimablement envoyée de Buenos Aires par M. Rajchenberg ; cette étude confirme la présence d'une croûte et d'hyphes acanthophysoïdes ainsi que la formation de quelques crêtes en relief dans le mycélium.

- Cytologie : hyphes aux articles en grande majorité binucléés avec des séries d'articles trinucléés (ou 4-6 noyaux dans LY 6041). Les souches jeunes ne montrent pas ces irrégularités.
- Oxydases :

acide gallique : + + + +, 0 ou tr.	gaïacol : - à (+), 0
paracrésol : -	tyrosine : -, 0 à tr.

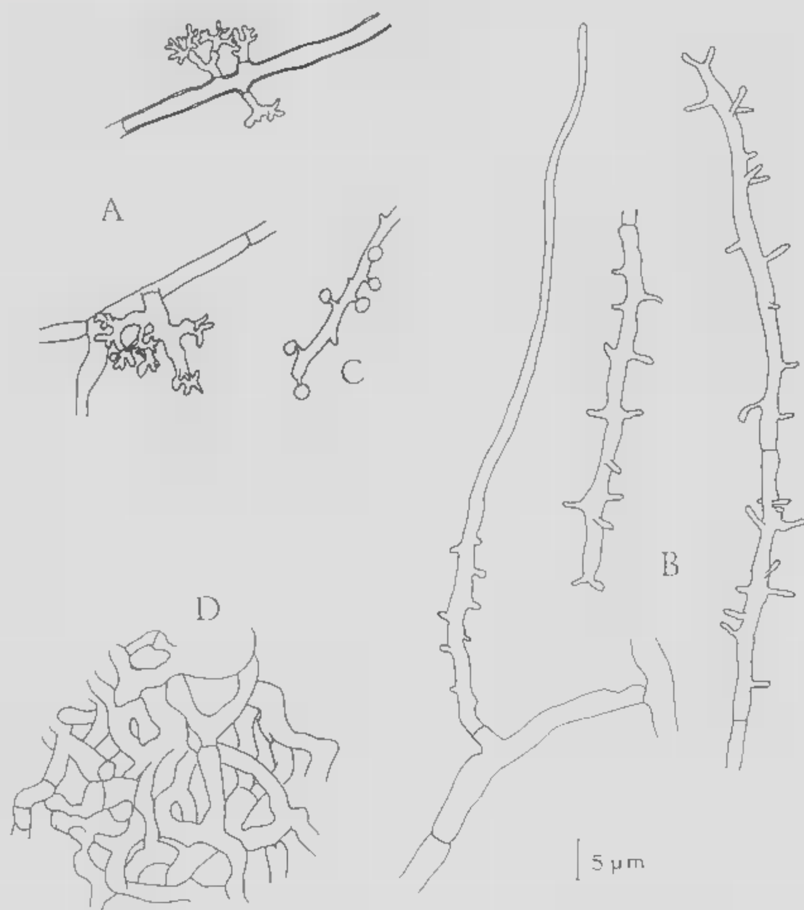


Fig. 4 — Cultures d' *Hymenochaete pinnatifida.* Mycélium aérien. A : jeunes dendrophyses. B : hyphes acanthophysoïdes. C : idem, avec petites boules à l'extrémité des pointes. D : croûte en formation.

Fig. 4 — Cultures of *Hymenochaete pinnatifida.* Aerial mycelium. A : young dendrophyses. B : acanthophysate hyphae. C : idem with ball-tipped outgrowths. D : crust setting in.

CODE : 2a-6-8-11-28d-31f-32-37-39-47-54-(57)-61H. Remarque : le code selon Nakasone (1990) ne permet pas de distinguer les dendrophyses des acanthophyses ; aussi pensons-nous préférable de conserver 28d proposé par Job (1986) pour les dendrophyses et d'utiliser 31f pour les seules acanthophyses.

La présence de dendrophyses dans les cultures d'*Hymenochaete* a été signalée pour la première fois par Job (1986) à propos de *H. pinnatifida* ; depuis, des dendrophyses ont été également observées dans les mycéliums de *H. berteroi* Pat. (Léger et Lanquetin,

1987) et de *H. adusta* (Lév.) Har. et Pat. (Léger & Lanquetin, 1990). Toutefois, *H. berteroi* ne présente pas d'hyphes acanthophysoïdes et montre des crêtes en relief beaucoup plus abondantes ; quant aux cultures d' *H. adusta*, elles ne produisent pas d'hyphes acanthophysoïdes et ont une vitesse de croissance nettement plus rapide.

Hymenochaete spathulata Léger, *Bull. Soc. Myc. Fr.* 96 : 409, 1980.

Souches cultivées : holotype et paratypes (Gabon, Rép. Centrafric.).

Spores uninucléées.

Germinations : spores germant après 3 jours en donnant des hyphes aux articles régulièrement uninucléés ; par suite de la perte des monospermes, d'autres cultures sont nécessaires pour connaître leur comportement nucléaire et le type de thallie de l'espèce.

Polyspermes :

- Croissance très lente à extrêmement lente, 28-40-(64) mm en 6 semaines.

- Aspect : marge appliquée ou faiblement submergée ; culture formant un mycélium aérien peu développé, blanchâtre à la marge puis une sorte de croûte brun-noir recouverte dans la partie jeune d'un léger feutrage aérien grisâtre puis, dans la partie âgée, d'un mycélium beige, ocre foncé à roux vers la bouture où il devient parfois laineux-alvéolé. Revers bruni. Odeur nulle.

- Microscopie :

* mycélium aérien formé d'hyphes régulières, à paroi mince, × 1,5-2,5-(3) µm, avec en plus dans le mycélium roux, des hyphes brunes à paroi épaisse. La croûte noire est constituée d'hyphes brun foncé, × 3,5-4 µm, à paroi épaissie, tortueuses avec des vésicules mais ne montre pas d'hyphes soudées en puzzle. Milieu fortement bruni aux abords de la croûte.

* mycélium submergé formé d'hyphes irrégulières, souvent tortueuses et vésiculées, × 1,5-3,5 µm.

- Cytologie : hyphes aux articles très régulièrement binucléés avec de rares articles uni-, tri- ou tétranucléés.

CODE : 6-21-32-37-39-47-54-64.

Hydnochaete duportii Pat., *Bull. Soc. Myc. Fr.* 71 : 36, 1915.

Souches cultivées : LY L-662, sur *Casuarina equisetifolia*, Puits Arabe, La Réunion, *leg.* J. Boidin, 2-04-1990 ; LY L-663, idem, sur support indéterminé ; LY L-672, Tamaka, La Réunion, *leg.* J. Boidin, 7-04-1990 ; Ly L-673, idem, *leg.* G. Gilles ; tous *det.* Léger.

Spores uninucléées.

Monospermes : spores germant en 3 jours ; hyphes sans boucles, à articles multinucléés (20-35 noyaux dans les articles terminaux, 3-10 noyaux dans les articles

suivants et 2-7 noyaux dans ceux très près de la bouture). Aspect macro — et microscopique semblable à celui des polyspermes : l'espèce est donc présumée homothalle.

Polyspermes :

- Croissance très lente (45-55 mm en 6 semaines)
- Aspect : marge un peu irrégulière, en majeure partie submergée ; dans la partie jeune, mycélium aérien subnul et milieu très bruni, vers 2,5 YR 3/2-3/4 à 2/2-2/4 (*castaneus* Sacc. à *badius* Sacc.) ; dans la zone âgée, mycélium aérien plus ou moins développé, teinté d'alutacé (10 YR 8/4 à 8/6) à localement brun ferrugineux (5 YR 5/6) et, chez LY L-663, formation de quelques crêtes ou plaques brunes. Revers bruni, chocolat (5 YR 3/2-3/3). Odeur nulle.
- Microscopie :

▪ mycélium aérien montrant :

- des hyphes subrégulières jaunâtres, sans boucles, × 1,5-3-(4) µm et quelques hyphes brunes à paroi épaisse.
- des hyphes acanthophysoïdes (Fig.5, A) à petites pointes,0,5-1,5 µm de long, parfois nombreuses (jusqu'à 16 par article).
- des spinules (40)-65-90-(100) × (4)-5-8-(9) µm, à lumière large (Fig. 5, B).
- des hyphes brunes à paroi épaissie, soudées et imbriquées en un puzzle sombre. Comme chez les *Hymenochaete*, ce puzzle débute par des rameaux contournés (Fig. 5, C).

Aucun drépanocyste n'a été observé.

▪ mycélium submergé formé d'hyphes sans boucles, × 1,5-4,5 µm, assez régulières, à paroi brune, avec des sortes d'excroissances ou bulbilles (Fig. 5, D). Des rameaux bruns initiateurs de croûte ou des plaques de plectenchyme sont observés en profondeur, suivant le tracé des crêtes visibles en surface.

- Cytologie : hyphes sans boucles aux articles multinucléés (de 25-35 noyaux dans l'article terminal, le nombre diminue progressivement dans les articles suivants, ceux vers la bouture contenant 2-8 noyaux).
- Oxydases :

acide gallique : + + + +, 0 — gaïacol : + + + +, 0
paracrésol : -, sans précipité — tyrosine : -, 0

CODE : 2a-6-11-17-22-31f-37-39-47-54-(57)-66

Hydnochaete duportii, première espèce cultivée de ce genre, possède des caractères culturaux tout à fait identiques à ceux des *Hymenochaete* : hyphes sans boucles, présence de spinules dans le mycélium aérien, formation de crêtes ou de croûte constituées par des hyphes soudées et imbriquées en puzzle, présence d'hyphes portant des pointes - dites « acanthophysoïdes » - semblables à celles signalées dans plusieurs espèces d'*Hymenochaete* (*H. acanthophysata*, voir plus haut ; *H. denticulata*, voir Léger & Lanquetin, 1992 ; *H. pinnatifida*, voir Léger & Lanquetin, 1990), comportement nucléaire holocénocytique comme chez *Hymenochaete acanthophysata* cité précédemment, *H. tabacina* (Boidin,1958), et *H. sallei* (Boidin & Lanquetin, 1984) et enfin l'homothallie présumée, caractère de la majorité des *Hymenochaete* cultivés à ce jour.

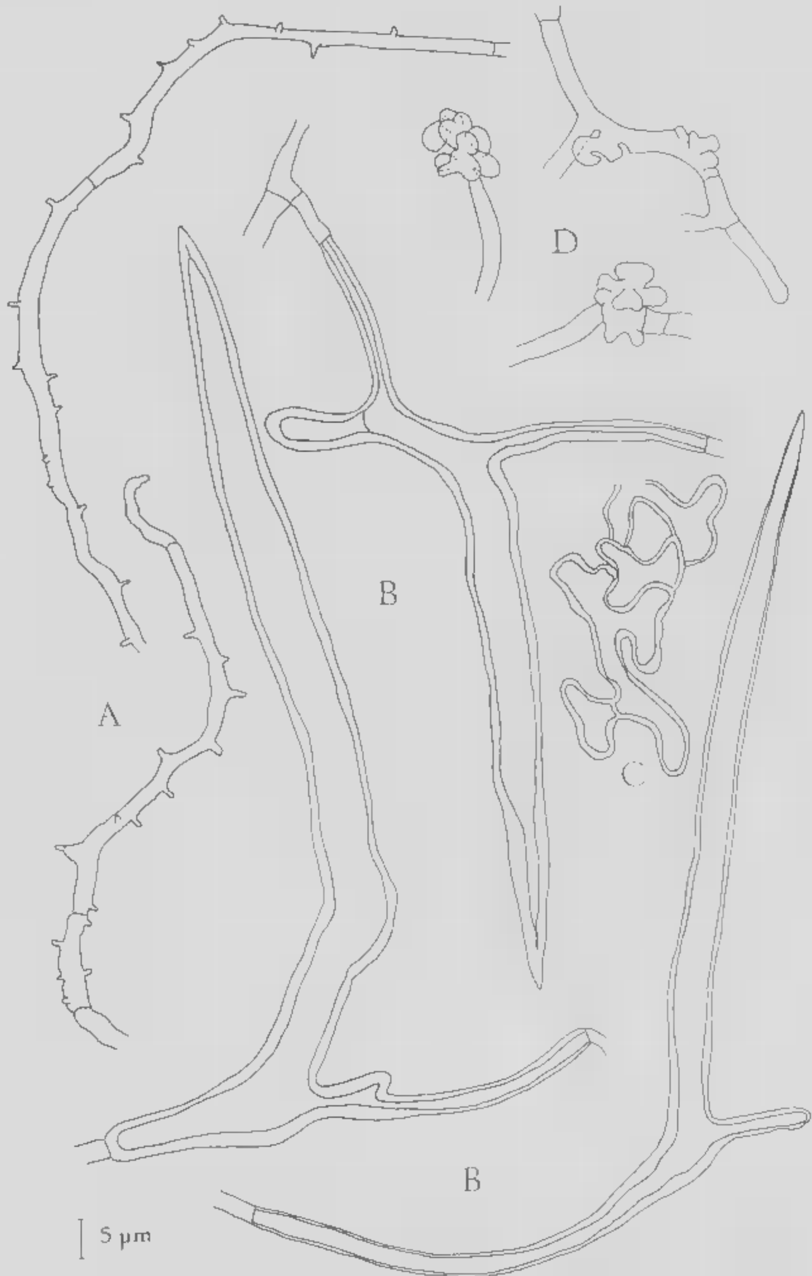


Fig. 5 — Cultures d'*Hydnochaete duportii*. A : hyphes acanthophysoïdes, B : spinules, C : croûte en formation dans le mycélium aérien. D : excroissances en forme de bulbilles dans le mycélium submergé.

Fig. 5 — Cultures of *Hydnochaete duportii*. A : acanthophysate hyphae, B : setae, C : crust setting in in the aerial mycelium. D : bulbiform outgrowths in the submerged mycelium.

Remerciements : Nous remercions vivement Monsieur le Professeur J. Boidin ainsi que les Mycologues C. Baici, A. David, G. Gilles et Z. Pouzar pour leurs envois de spécimens frais.

BIBLIOGRAPHIE

BOIDIN J., 1958 — Essai biotaxinomique sur les Hydnès résupinés et les Corticiés : étude spéciale du comportement nucléaire et des myccliums. *Revue de mycologie* (Paris), Mém. Hors-série n° 6, 390 p.

BOIDIN J. & LANQUETIN P., 1984 — Répertoire des données utiles pour effectuer les tests d'intercompatibilité chez les Basidiomycètes. III. Aphyllophorales non porées. *Cryptogamie, Mycologie* 5 : 193-245.

JOB D., 1986 — Cultural and cytological studies in the genus *Hymenochaete* Lév. *Mycotaxon* 26 : 223-234.

LÉGER J.C., 1980 — *Hymenochaete spathulata nov. sp.* (Basidiomycètes Aphyllophorales). *Bull. Soc. Myc. Fr.* 96 : 407-411.

LÉGER J.C., 1981 — Les *Hymenochaete* à éléments hyméniens pinnatifides. *Mycotaxon* 13 : 241-256.

LÉGER J.C., 1983 — *Hymenochaete nanospora nov. sp.* (Basidiomycètes Aphyllophorales). *Cryptogamie, Mycologie* 4 : 235-238.

LÉGER J.C. & LANQUETIN P., 1987 — Basidiomycètes Aphyllophorales de l'île de La Réunion. VII. Le genre *Hymenochaete* Lév. *Bulletin de la société mycologique de France*, 103 : 19-53.

LÉGER J.C. & LANQUETIN P., 1989 — Premier *Hymenochaete* hétérothalle bipolaire : *H. boidinii nov. sp.* (Basidiomycètes Aphyllophorales). Cryptogamie, Mycologie, 10 : 321-330.

LÉGER J.C. & LANQUETIN P., 1990 — Morphologie et caractères culturaux d'*Hymenochaete adusta* (Lév.) Har. et Pat. *Cryptogamie, Mycologie* 11 : 157-165.

LÉGER J.C. & LANQUETIN P., 1992 — *Hymenochaete denticulata nov. sp.* Description et caractères culturaux. *Persoonia* 14 : 369-375.

MUNSELL 1954 — *Soil color charts*, Baltimore, U.S.A., Munsell Color Company.

NAKASONE K.K., 1990 — Cultural studies and identification of wood-inhabiting *Corticiaceae* and selected Hymenomycetes from North America. *Mycologia memoir* 15. Ed. Cramer, 412 p.

NOBLES M.K., 1948 — Studies in Forest Pathology. VI. Identification of cultures of wood-rotting Fungi. *Canadian journal of research*., section C, 26 : 286-431.

NOBLES M.K., 1965 — Identification of cultures of wood-inhabiting Hymenomycetes. *Canadian journal of botany*, 43 : 1097-1139.

TALBOT P.H.B., 1951 — Studies of some African resupinate Hymenomycetes. *Bothalia* 6 : 1-204.

TRICHORZIANINS ACTIVITY ON MYCELIAL GROWTH OF *SCLEROTIUM CEPIVORUM* UNDER LABORATORY CONDITIONS *IN VITRO*

ALEJANDRO CORREA[1], MARIE-FRANCE ROQUEBERT[2] and LINA BETTUCCI[1]

[1] Sección Micologia, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, T. Narvaja 1674, CP 11200, Montevideo, Uruguay.
[2] Laboratoire de Cryptogamie, MNHN, Paris.

ABSTRACT — Peptidic secondary metabolites, trichorzianins, obtained from *Trichoderma harzianum* inhibited mycelial growth of *Sclerotium cepivorum*. Biossays showed the inhibitory activity of the crude natural trichorzianin mixture causing up to 100 % at 500 $\mu g.ml^{-1}$. Silica gel chromatography resolved this mixture in two groups, trichorzianins TA neutral and trichorzianins TB acidic that had different inhibitory activities on mycelial growth of *S. cepivorum*. The mixture of trichorzianins had higher activity than TA and TB separately, suggesting a synergistic effect on the inhibition of mycelial growth.

KEY WORDS: Inhibitory activity, peptide antibiotics, *Sclerotium cepivorum*, *Trichoderma harzianum*, trichorzianins.

RÉSUMÉ — Des métabolites secondaires peptidiques, les Trichorzianines, produits par *T. harzianum*, inhibent la croissance mycélienne de *Sclerotium cepivorum*. Des essais *in vitro* montrent une activité inhibitrice d'un extrait brut (mélange de Trichorzianines) allant jusqu'à 100 % à 500 $\mu g.ml^{-1}$. La chromatographie sur gel de silice sépare le mélange en 2 fractions: Trichorzianines A neutres et Trichorzianines B acides, qui ont des activités inhibitrices différentes sur la croissance de *S. cepivorum*. Le mélange TA et TB est plus actif que chaque fraction utilisée séparément, ce qui suggère une synergie d'action.

MOTS-CLEFS: Inhibition de croissance, antibiotiques peptidiques, trichorzianines, *Trichoderma harzianum*, *Sclerotium cepivorum*.

INTRODUCTION

Three categories of antibiotics compounds produced by *Trichoderma harzianum* Rifai (and other *Trichoderma* species) can be recognized: "volatiles", e.g. 6-pentyl--pyrone and most of the isocyanide class of compounds; "leachables" materials with some solubility in water; and "peptaibol", which consists of hydrophobic peptides (Ghisalberti & Sivasithamparam, 1991). Trichorzianins are a mixture of

nonadecapeptides of the peptaibol class produced by *T. harzianum* isolated and characterized by El Hajji *et al.* (1987). They are linear peptides with an acetylated N terminal residue and a C terminal amino alcohol which interact with lipidic membranes and modify their permeability (El Hajji *et al.*, 1989). Two classes of trichorzianins termed TA and TB were characterized: TA were a microheterogeneous mixture of neutral peptides and TB the acidic analogues due to the replacement of a glutamine at position 18 in the sequence by a glutamic acid (Bodo *et al.*, 1985; El Hajji, 1987).

Sclerotium cepivorum Berk. is a typical root-infecting fungus confined to the genus *Allium*, producing white rot disease (Esler & Coley-Smith, 1984). Several strains of *Trichoderma harzianum* were found to be active inhibitors on mycelial growth and sclerotia formation of *S. cepivorum*. Dual culture and cellophane membrane technique were used to evidence this antagonistic activity (Dennis & Webster, 1971; Jackson *et al.*, 1991).

This work was carried out in order to evaluate the potential inhibitory activity against *S.* cepivorum of trichorzianins produced by *T. harzianum*.

MATERIALS AND METHODS

Fungal strains

Trichoderma harzianum (MVHC 6063) was used for production of trichorzianins and *Sclerotium cepivorum* (MNHN 5138, Laboratoire de Cryptogamie, Paris) was the plant pathogen used in this study. Each fungus was subcultured on 2% malt agar (MA) and grown at 24°C in the dark. The strains were preserved on 2% MA slopes at 5°C.

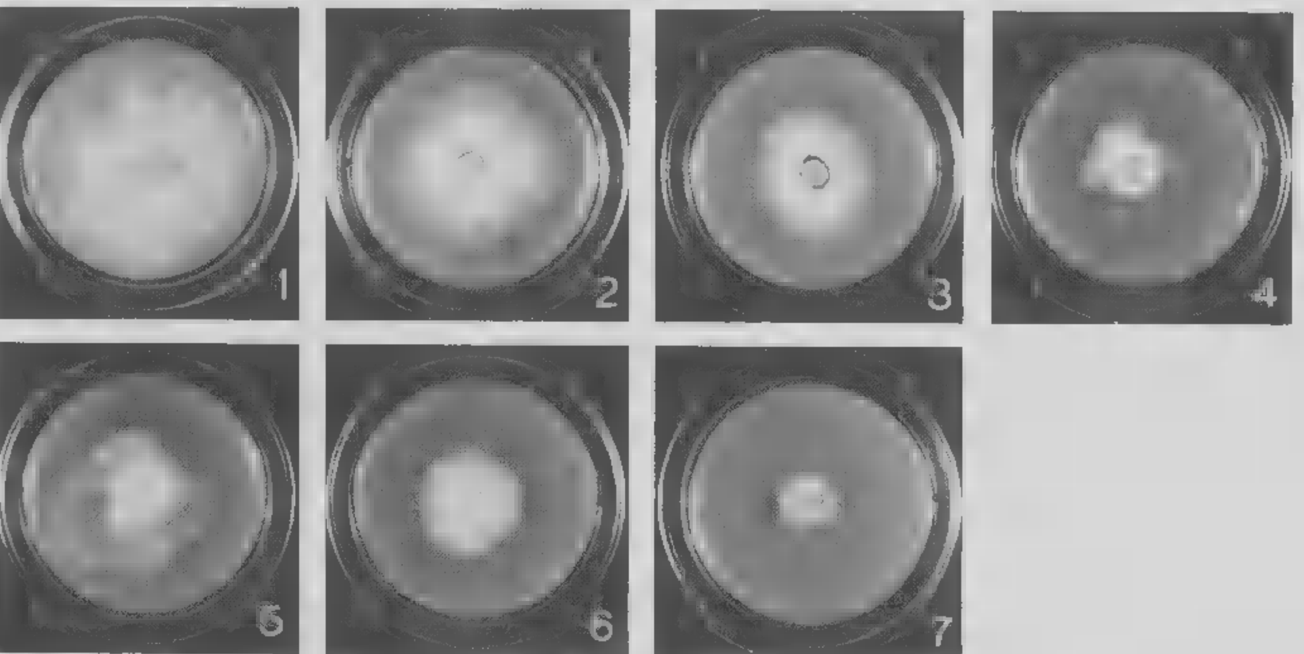
Extraction of trichorzianins

Trichoderma was inoculated using 1 ml of spores suspension into 200 ml of synthetic medium in 1.0 l Roux flasks. The synthetic media was composed of the following: 5.0 g glucose; 0.8 g KH_2PO_4; 0.7 g KNO_3; 0.2 g $CaHPO_4$; 0.5 g $MgSO_4$; 10 mg $MnSO_4$; 10 mg $ZnSO_4$; 5 mg $CuSO_4$; 1 mg $FeSO_4$; in 1.0 l distilled water pH 6. Stationary culture (60 flasks) were incubated at 24°C until sporulation.

Extraction of trichorzianins was performed according to the method of Rebuffat *et al.* (1991) previously described by Correa *et al.* (1995).

Bioassay

The different fractions obtained were tested for their antagonistic activity against the mycelial growth of *S.cepivorum*. A methanol solution of each fraction was



Figures 1-7. Peptides growth inhibition of *S. cepivorum* after 120 h. 1: *S. cepivorum* control growing on MA medium. 2-4: mixture of peptides at different concentration (25, 50, and 100 $\mu g.ml^{-1}$). 5: *S. cepivorum* control growing on MA-methanol medium. 6: mycelial fraction. 7: mixture of peptides at 500 $\mu g.ml^{-1}$.

Figures 1-7. Inhibition de croissance de *S. cepivorum* par les peptides, après 120 h de culture. 1: Témoin sur Malt-Agar. 2-4: mélange de peptides aux concentrations de 25, 50 et 100 $\mu g.ml^{-1}$. 5: Témoin sur milieu Malt-Agar Méthanol. 6: Métabolites extraits du mycélium. 7: Mélange de peptides à 500 $\mu g.ml^{-1}$.

mixed with 2% liquid MA (45-50°C) and 2.5 ml were poured in Petri dishes (5 cm diameter). A 6 mm disk from the edge of a growing colony was inoculated in the center of the dish. Four replicates of each were performed. The inhibitory activity of the peptide mixture was analyzed at concentrations of 25, 50, 100 and 500 $\mu g.ml^{-1}$ of medium and the trichorzianins A and B at 100 $\mu g.ml^{-1}$. A set of Petri dishes with each respective methanol concentration was mixed with malt-agar and inoculated with *S. cepivorum* as controls. The diameter of the colonies was measured and the percentages of growth inhibition at 72 h were calculated as follows: 100-(dt.100/DT), where dt is the diameter of the treated colony and DT is the diameter of the control. Differences between the inhibitory activity of each *T. harzianum* extract on the *S. cepivorum* mycelium were determined by means of ANOVA (Service des Etudes Statistiques, Institute technique de Céréales et Fourrages, STAT-ITCF)

RESULTS

The hexane soluble fraction from mycelia and broth did not affect mycelial growth of *S. cepivorum*. The hexane insoluble fraction extracted from mycelium inhibited mycelial growth of *S. cepivorum* 33% ($P<0.05$).

The hexane insoluble fraction from broth was fractionated in order to get the mixture of trichorzianins. The activity of this trichorzianins mixture was high, causing up to 100 % growth inhibition at a concentration of 500 $\mu g.ml^{-1}$, after 72 h of incubation ($P<0.05$, Figs. 1-7). Observations made at 120 h showed that this concentration allowed mycelial growth only upwards but never on the culture medium.

This mixture of Trichorzianins was, in turn, fractionated by silica gel chromatography and resulted in two groups of trichorzianins (TA and TB). Trichorzianins TA at 100 $\mu g.ml^{-1}$ inhibited mycelial growth 75%. The same concentration of trichorzianins B inhibited growth only 40% (Table I. Fig. 8).

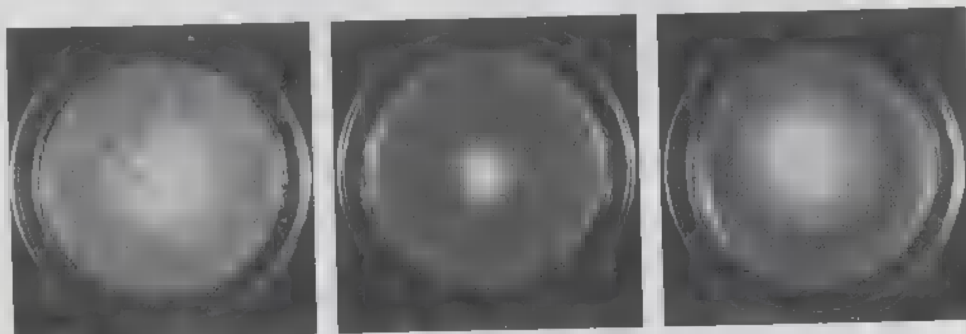


Figure 8. Trichorzianins A and B growth inhibition of *S. cepivorum* after 96 h. Left: *S. cepivorum* growing in fresh media. center: with TA (100 $\mu g.ml^{-1}$). right: with TB (100 $\mu g.ml^{-1}$).

Figure 8. Inhibition de croissance de *S. cepivorum* après 96 h de culture. Gauche: Témoin sur milieu frais. Centre: en présence de 100 $\mu g.ml^{-1}$ de TA. Droite: en présence de 100 $\mu g.ml^{-1}$ de TB.

Products	Concentration ($mg.ml^{-1}$)	GI% (72h)*
Mycelium fraction	$2x10^3$	33
Mixture of trichorzianins	25	36
	50	51
	100	92
	500	100
Trichorzianins A	100	75
Trichorzianins B	100	40

* All the values of GI significantly differed ($P<0.05$) with the controls.

Table 1. Growth inhibitory activity in percentage (GI%) of the different products of the fractioning. All the values of GI significantly differed ($P<0.05$) with the controls.

Tableau 1. Pourcentages d'activité inhibitrice des différentes fractions (GI%).

DISCUSSION

Natural trichorzianins mixture had the highest inhibitory activity at the highest concentration analysed. The mixture of trichorzianins had higher activity than TA and TB separately, suggesting a synergistic effect on the inhibition of mycelial growth. Trichorzianin TA has lower polarity than trichorzianin TB. It was shown that in *Dictyostelium discoideum* amoeba and synthetic membranes (liposomes) trichorzianins A produced a higher membrane permeability than trichorzianins B suggesting a plasma membrane alteration (El Hajji *et al.*, 1989). Therefore it is probable that this higher inhibitory activity of TA on the *S. cepivorum* mycelium growth could be related to more perturbation induced on the plasma membrane than TB.

There are several evidences for the plasma membrane being the locus for perceiving a stimulus for a change in the directional growth (Smith, 1990).

The mycelial fraction had some significant inhibitory activity on *S. cepivorum* conversely to which was observed with *S. rolfsii*. It is probable that both species have different sensibility for these metabolites at the same concentration. The effect of trichorzianins is initially the same on both fungi, reducing the mycelial growth rate. However, the aggregated mycelial (strands) developed by *S. rolfsii* could be consider as an escaper strategy which *S. cepivorum is unable to display*. Thus, in *S. rolfsii* the inhibitory activity was also related to mechanisms implied in growth pattern while in *S. cepivorum* was only fungistatic because mycelial growth was limited but its growth pattern was not modified (Correa, 1994; Correa *et* al., 1995).

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful of Scientific and Technical Uruguayan-French Cooperation Project for the financial support. We acknowledge Dr. Bernard Bodo and Dr. Sylvie Rebuffat for a gift of trichorzianins and stimulatory discussions.

BIBLIOGRAPHY

ALOUF J., SIFFERT O., DUFOURCQ J. & BODO B., 1991 — Structure et interaction de peptides amphiphiles avec les systèmes membranaires. Rapport CNRS – MNHN, Paris. 4 pp.

CORREA A., 1994 — Aislamiento y actividad antagónica *in vitro* de algunos metabolitos producidos por una cepa seleccionada de *Trichoderma harzianum* sobre una cepa seleccionada de *Sclerotium rolfsii*. MSc. Thesis. Universidad de la República, Uruguay. 57 pp.

CORREA A., REBUFFAT S., BODO B., ROQUEBERT M-F., DUPONT J. & BETTUCCI L., 1995 — *In vitro* inhibitory activity of trichorzianins on *Sclerotium rolfsii* Sac. *Cryptogamie, Mycologie.*16: 185-190.

EL HAJJI M., REBUFFATS S., LE DOANT T., KLEIN G., SATRE M. & BODO B., 1989 Interaction of trichorzianins A and B with model membranes and with the amoeba *Dictyostelium*. *Biochimica et biophysica acta* 978: 97-104.

ESLER G. & COLEY-SMITH J.R., 1984 — Resistance to *Sclerotium cepivorum* in *Allium* and other genera. *Plant pathology* 33: 199-204.

GHISALBERTI E. L. & SIVASITHAMPARAM K., 1991 — Antifungal antibiotics produced by *Trichoderma* spp. *Soil biology & biochemistry* 23: 1011-1020.

REBUFFAT S., PRIGENT Y., AUVIN-GUETTE C. & BODO B., 1991 — Tricholongins BI and BII, 19-residue peptaibols from *Trichoderma longibrachiatum*. *FEBS European journal of biochemistry* 201: 661-674.

SMITH H., 1990 — Signal perception, differential expression within multigene families and the molecular basis on the phenotypic plasticity. *Plant, cell and environment* 13: 585-590.

DESTRUCTION OF AFLATOXIN B1 ON SORGHUM GRAIN WITH ACIDS, SALTS AND AMMONIA DERIVATIVES

H.A.H. HASAN

Botany Department, Faculty of Science, Assiut University,
Assiut, Egypt.

ABSTRACT — A study was conducted to determine the effect of eleven different acids, nine derivatives of ammonia and seven salts upon destruction of aflatoxin B1 on sorghum grain. Grain was adjusted to a moisture content of 25% and then treated for 72 h at 25°C. Results suggest that boric, sulphamic and sulphosalicylic acids can be used to effectively destroy aflatoxin B1 in sorghum at 5.0 N concentration. Ammonium nitrate, ammonium chloride and urea were highly effective in aflatoxin degradation at 1.5% on basis of NH4OH nitrogen weight. The use of different types of salts was efficient only in water for aflatoxin B1 destruction.

KEY WORDS: Aflatoxin B1, detoxification, acids, ammonia derivatives, salts.

INTRODUCTION

Aflatoxins are toxic secondary metabolites that can be produced on sorghum by the widely distributed fungi. Later it was found that sorghum is susceptible to aflatoxin formation by *Aspergillus* spp (Hasan & Omar, 1993). Several investigators have demonstrated that aflatoxins are acutely toxic, carcinogenic, teratogenic and mutagenic. Aflatoxin B1 is the most potent of the group and may occur naturally in grains at levels as high as mg/Kg. In our Laboratory different fungicides, herbicides, insecticides, essential oils and plant extracts have been reported as effective inhibitors in prevention of aflatoxin production by *Aspergillus* spp. (Hasan, 1993, 1994 a,b; Hasan & Mahmoud, 1993; Hasan & Omar, 1993; Hasan & Abdel-Mallek, 1994). Undoubtedly, prevention is the best method for controlling aflatoxin, however, aflatoxin that okay produced in commodiates is unavoidable by these inhibitors. Consequently, much effort has been expended in developing methods for the detoxification of aflatoxin - contaminated substances.

Detoxification of aflatoxin in feedstuffs is based on destruction of the coumarin ring to form a nontoxic metabolite. Patterson (1978) concluded that the degradation of aflatoxin B1 occurs through reductive or hydrolytic attack on the vinyl-ether double bond.

A number of reagents have been examined for their ability to reduce aflatoxin levels in contaminated agricultural commodities, included bisulfite, formaldehyde,

sodium hydroxide, sodium hypochlorite, calcium hydroxide and ammonia (Dollear, 1967, Dollear *et al.*, 1968; Goldblatt & Dollear, 1977; Bagley, 1979; Moerck *et al.*, 1980; Draughon & Childs, 1982; Norred, 1982; Hagler *et al.*, 1982 & 1983, Piva *et al.*, 1985; Mercado *et al.*, 1991). Several cooking methods used for detoxification of aflatoxin B1 in maize did not destroy more than 50% of its level (Rehana & Basappa, 1990).

Few informations on using acids, derivatives of ammonia or salts for destruction of aflatoxins are available. The aim of the present investigation was to study the ability of certain acids, ammonia derivatives and salts for destruction of aflatoxin B1 on sorghum grain at room temperature.

MATERIALS AND METHODS

50 µg of aflatoxin B1 were added to sterilized 50 g sorghum in Erlenmeyer cotton-stoppered flasks. Five concentrations of eleven different acids were prepared 0.1, 0.5, 1.0, 3.0 and 5.0 N. 2 ml of each concentration were used for treatment on sorghum grain. Nine ammonia derivatives were added separately in 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 and 1.5% concentrations on basis of percentage NH4OH - nitrogen. Seven different salts were also used for grain treatment at two concentrations: 5 and 10%.

Sterilized distilled water was added to bring the moisture content of samples to 25% on wet basis. Samples were stored at 25°C for 72 h. All samples were returned to neutrality before extraction and purification.

Ten micrograms of aflatoxin B1 in acetone were added to 10 ml of distilled water. Two concentrations, of salts were allowed to react with aflatoxin B1 at 25°C for 72 h. Treatment and control assays were performed in triplicates.

Aflatoxin was extracted with chloroform and separated by Thin-Layer Chromatography (TLC). TLC analysis was performed on Silica Gel 60-coated plates, with a fluorescence indicator (UV 6 LC-12 W-Vilber Lourmat. France) by using chloroform: methanol (93: 3, v/v) as the developing solvent. Aflatoxin B1 was quantitated spectrophotometry at an excitation wavelength of 365 nm (Childs *et al.*, 1970) using Bausch-Lomb Spectronic 2000. Standard AF B1 was purchased from sigma (USA) and prepared in high amounts in our laboratory by fermentation with *Aspergillus flavus* IMI 89717. Aflatoxin B2a standard was prepared by addition of acetic acid or trifluoroacetic acid to aflatoxin B1. After a time of reaction, the aflatoxin B2a was detected as blue fluoresence at Rf below aflatoxin B1. The potential lower limit of visual detection for both toxins are nearly 0.4 µg.

RESULTS AND DISCUSSION

The effect of eleven different acids on aflatoxin B1 destruction in sorghum grain are illustrated in Table 1.

Most of the treatments were effective in reducing aflatoxin B1 levels at concentration 5 N. Salicylic acid appeared to be the most effective acid at 0.5 N. Treating grains for 72 h at 25°C with 3.0 N of salicylic, sulphamic and sulphosalicylic acids resulted in ■ 90% reduction in aflatoxin B1 and an 80% reduction with anthranilic, boric and propionic acids. The rate of destruction was increased with increasing concentration of acid, up to 2 ml of 3.0 N acid per 50 g grain.

Acid	Percent destruction of aflatoxin B1				
	0.1 N	0.5 N	1.0 N	3.0 N	5.0 N
Anthranilic acid	47	53	68	80	90
Ascorbic acid ■	0	0	0	24	36
Benzoic acid	17	22	42	70	90
Boric acid	0	0	0	80	100
Malic acid ■	0	0	0	60	66
Oxalic acid	0	0	20	26	90
Propionic acid	38	46	48	80	90
Salicylic acid	45	66	82	90	90
Succinic acid ■	18	20	24	28	40
Sulphamic acid	36	48	76	90	100
Sulphosalicylic acid	20	46	60	90	100

■ - Mean aflatoxin B2a formation after treatment.

Table 1 – Effect of acids on aflatoxin B1 degradation on sorghum grain, after 72 h storage at 25°C.

Destruction of toxin was complete at 2 ml of 5.0 N boric, sulphamic and sulphosalicylic acids. Also, benzoic and oxalic induced 90% destruction in aflatoxin B1 at 5.0 N concentration with above mentioned acids (anthranilic, propionic and salicylic acids). The results obtained here-in are in accordance with data reported by Mashaly *et al.* (1983), on destruction of aflatoxins by acetic, citric and phosphoric acids. Detoxification increased with increasing concentration of acid, up to 10 ml of 0.2 N acid per 100 g cotton meal.

Thin-layer chromatography analysis, revealed a transformation of aflatoxin B1 (with ascorbic, malic and succinic acids) to a new fluorescing compound corresponding to aflatoxin B2a which referred to as hydroxydihydro-aflatoxin B1 confirmed findings of Ciegler & Paterson (1968). They found that this compound causes no bile duct hyperplasia and no death by duckling test. Also, Pohland *et al.* (1968) reported that aflatoxin B2a is formed chemically by treatment of the peanut toxin with diluted acid. Also, Hafez & Megalla (1982) convinced that acidity was responsible for the transformation of aflatoxin B1 to B2a and the conversion proceed non-enzymatically.

The effect of nine ammonia derivatives on aflatoxin B1 level in sorghum grain are illustrated in Table 2.

Ammonia derivatives	Percent destruction of aflatoxin B1				
	0.3%	0.6%	0.9%	1.2%	1.5%
Ammonium acetate	37	39	42	50	55
Ammonium chloride	45	50	62	80	93
Ammonium molybdate tetrahydrate	25	39	45	65	72
Ammonium nitrate	57	75	85	87	96
Ammonium oxalate	38	45	47	50	55
Ammonium phosphate	50	53	60	63	65
Ammonium sulphate	45	50	56	64	67
Ammonium tartarate	25	37	45	60	70
Urea	26	47	50	75	93

Table 2: Aflatoxin destruction on sorghum grain by treatment with ammonia derivatives during 72h at 25°C.

Most of ammonia treatments were effective in reducing aflatoxin B1 level especially when they are performed at concentrations as low as 1.5%. Ammonium nitrate appeared to be more effective at lower concentrations. Treating sorghum for 72 h with 0.6% ammonium nitrate resulted in a 75% reduction in aflatoxin and an 96% reduction at 1.5% level. Treating this grain with 1.5% ammonium chloride or urea resulted in a decrease in aflatoxin B1 of 93%. Ammonium sulphate, ammonium tartarate, ammonium phosphate or ammonium molybdatetetrahydrate reduced aflatoxin B1 by 60-65% at 1.2% concentration. While treatment with 1.2% ammonium acetate or ammonium oxalate resulted in a decreased in aflatoxin of 50%.

The mechanism of aflatoxin degradation by ammoniation has been proposed by Lee *et al.* (1974), Kiermeier & Ruffer (1974) and Cucullu *et al.* (1976). Purportedly, ammonia reacts with aflatoxin B1 at the lactone ring to form the ammonium salt derivative. Loss of ammonia results in the formation of the keto acid which is subsequently decarboxylated to form aflatoxin D1. An alternate mechanism leads to the formation of furofurophenal. Aflatoxin D1 did not notice on TLC after ammonia derivatives treatment in our study.

Results of the degradation of aflatoxin after salts treatment in distilled water or sorghum grains are presented in Table 3.

	Water		Grain	
Salts	5%	10%	5%	10%
Aluminium chloride	55	84	30	50
Barium chloride	30	70	10	40
Calcium chloride	58	85	30	53
Potassium bromide	50	82	35	55
Potassium cromate	40	79	25	45
Sodium borate	47	80	40	59
Sodium fluoride	60	85	40	60

Table 3 — Effect of salts on aflatoxin B1 degradation in water and sorghum grain, after 72h storage at 25°C.

All tested salts appear to be more efficient for aflatoxin destruction in water than on sorghum grains. Addition of 10% of these salts separately in distilled water reduced aflatoxin by about 70-85%. In sorghum grains the salts reduced aflatoxin by about 40-60% only. The most efficient salt was sodium fluoride followed by calcium chloride, aluminum chloride, potassium bromide and sodium borate.

CONCLUSION

As expected, the concentration of substance needed will depend on the amount of aflatoxin in the grain, because the detoxification process is a chemical reaction (Patterson, 1978). Therefore, the results of this investigation demonstrate that boric, sulphamic and sulphosalicylic acids can be used for eliminating 1000 μg aflatoxin B1 in kg sorghum at concentration of 5.0 N. Also, ammonium nitrate, ammonium chloride and urea were also efficient for aflatoxin destruction. Use of salts is not applicable to aflatoxin destruction on grains, but efficient in water.

REFERENCES

BAGLEY E. B., 1979 — Decontamination of corn containing aflatoxin by treatment with ammonia. *Journal of American oil chemists' society* 56: 808-811.

CHILDS E. A., AYRES J. C. & KOEHLER P., 1970 — Fluorometric measurement of aflatoxin. *Journal of American oil chemists' society* 47: 461-463.

CIEGLER A. & PATERSON R. E., 1968 — Aflatoxin detoxification: hydroxydihydro-aflatoxin B1. *Applied microbiology* 16: 665-666.

CUCULLU A. F., LEE L. S., PONS W. A., Jr. & STANLEY J. B., 1976 — Ammoniation of aflatoxin B1: Isolaiton and characterization of a product with molecular weight 206. *Journal of agricultural and food chemistry* 24: 408-410.

DOLLEAR F. G., 1967 — Inactivation and removal of aflatoxin-progress report. Proc. 1967 Cottonseed Processing Clinic, New Orleans, Louisiana, L.A. Fed, 13-14.

DOLLEAR F. G., MANN G. E., CODIFER L. P., GARDNER H. K., KOLTUN S. P. & VIX H. L. F., 1968 — Elimination of aflatoxins from peanut meal. *Journal of American oil chemists' society* 45: 862-865.

DRAUGHON F. A. & CHILDS E. A. 1982 — Chemical and biological evaluation of aflatoxin after treatment with sodium hypochclorite, sodium hydroxide and ammonium hydroxide. *Journal of food protection* 45: 703-706.

GOLDBLATT L. A. & DOLLEAR F. G., 1977 — Detoxification of contaminated crops, pp. 139-150. *In* Rodricks J. V., Hesseltine C. W. & Mehlman M. A., (eds.) *Mycotoxins in animal and human health*. Pathatox Publ. Co., College Park, M.D.

HAFEZ A. H. & MEGALLA S. E., 1982 — The potential value of silage in detoxifying aflatoxin B1. *Mycopathologia* 97: 31-34.

HAGLER W. M., HUTCHINS J. E. & HAMILTON P. B., 1982 — Destruction of aflatoxin in corn with sodium bisulfite. *Journal of food protection* 45: 1287-1291.

HAGLER W. M, HUTCHINS J. E. & HAMILTON P. B., 1983 — Destruction of aflatoxin B1 with sodium bisulfite: isolation of the major product aflatoxin B1s. *Journal of food protection* 46: 295-300.

HASAN H. A. H., 1993 — Fungicide inhibition of aflatoxins, diacetoxy-scirpenol and zearalenone production. *Folia microbiologica* 38: 295-298.

HASAN H. A. H., 1994a — Effect of glyphosate herbicide on aflatoxin production on wheat straw and couch grass. *Rostlinná vyroba* 40: 189-192.

HASAN H. A. H., 1994b — Action of carbamate biocide on sterols, gibberellin and aflatoxin formation. *Journal of basic microbiology* 34: 225-230.

HASAN H. A. H. & MAHMOUD A.-L. E., 1993 — Inhibitory effect of spice oils on lipase and mycotoxin production. *Zentralblatt für mikrobiologie* 148: 543-548.

HASAN H. A. H. & OMAR S. A., 1993 — Selective effect of organophosphate insecticides on metabolic activities and aflatoxin biosynthesis by two *Aspergillus* spp. *Cryptogamie-Mycologie*, 14: 185-193.

HASAN H. A. H. & ABDEL-MALLEK A. Y. 1994 — Inhibitory effect of aqueous leaf extract of some plants on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus*. *Dirasat* 21: 215-219.

KIERMEIER F. & RUFFER L., 1974 — Changes of aflatoxin B1 in alkaline solutions. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* 155: 129-141.

LEE L. S., STANLEY J. B., CUCULLU A. F, PONS W. A, Jr. & GOLDBLATT L.A., 1974 — Ammoniation of aflatoxin B1: Isolation and identification of the major reaction product. *Journal — Association of official analytical chemists* 57: 626-631.

MASHALY R. I., El-DEEB S. A., ISMAIL A. A. & YOUSSEF A., 1983 — Effect of some chemical treatments on detoxification of aflatoxins in cottonseed meal. *Proc. Int. Symp. Mycotoxins* 515-522.

MERCADO C. J., REAL M. P. N. & Del ROSARIO R. R., 1991 — Chemical detoxification of aflatoxin-containing Copra. *Journal of food science* 56: 733-735.

MOERCK K. E., McELFRESH P., WOHLMAN A. & HILTON B. W., 1980 — Aflatoxin destruction in corn using sodium bisulfite, sodium hydroxide and aqueous ammonia. *Journal of food protection* 43: 571-574.

NORRED W., 1982 — Ammonia treatment to destroy aflatoxins in corn. *Journal of food protection* 45: 972-976.

PATTERSON D. S. P., 1978 — Aflatoxin metabolism. pp. 159-174. *In* Thomas D.W. and Morehouse L.G. (eds.) *Mycotoxic fungi, Mycotoxins, Mycotoxicoses.* Marcel Dekker, Inc. New York, NY.

PIVA G., PIETRI A. & CARINI E., 1985 — Detoxification of peanut meal contaminated with aflatoxin B1 using calcium hydroxide and paraformaldehyde and aflatoxin M1 content in milk. *Zootecnica et nutrizione animale* 11: 303-310.

POHLAND A. E., GUSHMAC M. E. & ANDRELLAS P. J., 1968 - *Journal — Association of official analytical chemists* 51:907. *In*: Ashoor S. H. & Chu F. S. 1975 - - Reduction of aflatoxin B2a with sodium borohydride. *Journal of agricultural* and *food chemistry* 23: 445-447.

REHANA F. & BASAPPA S. C., 1990 - Detoxification of aflatoxin B1 in maize by different cooking methods. *Journal of food science and technology* 27: 397-399.

ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES

DIX N. J. & WEBSTER J. : **Fungal Ecology**. Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK, 1995. ISBN 0 412 22960 9 (HB), 549 pp., £ 65.

Comme le précisent les auteurs dans la préface, les champignons exercent des rôles essentiels dans tous les écosystèmes, en tant que décomposeurs, symbiontes de plantes et d'animaux ou en tant que micro-organismes parasites. Il en découle que l'écologie de ces micro-organismes est d'un grand intérêt. En particulier, au regard de l'estimation actuellement largement admise, évaluant le total des espèces fongiques au sens large du terme, à près d'un million et demi et dont une bonne part reste encore à découvrir.

Les champignons interviennent de diverses façons avec leurs hôtes, avec leurs compétiteurs, y compris avec d'autres champignons, et avec les facteurs abiotiques de l'environnement. Ces micro-organismes révèlent une très large différenciation morphologique, de reproduction, de cycles de vie et de modes de dispersion. De plus, ils se développent dans tous les habitats concevables où du carbone organique est disponible : surface des roches, sols, eau salée ou douce. Ils sont aussi capables de croissance aux extrêmes supérieurs et inférieurs de température, sur des substrats secs ou dans des solutions concentrées.

Pour toutes ces raisons particulières, l'écologie des champignons est un sujet très vaste associé à une littérature immense. Il est donc actuellement difficile à traiter dans sa globalité par un ou un petit nombre de spécialistes. Aussi, le présent volume est caractérisé de manière appropriée par ses deux auteurs : « nous avons été amenés à effectuer une sélection dans les sujets à traiter ; nous avons choisi de nous concentrer sur les thèmes pour lesquels nous avons une expérience personnelle à travers la recherche ou l'enseignement ; nous avons préféré aborder quelques sujets en profondeur au lieu de tenter de couvrir un ensemble plus large de thèmes de manière superficielle ; nous sommes conscients des lacunes majeures dans ce traitement ».

Les treize chapitres de l'ouvrage peuvent être répartis en trois groupes majeurs. Le premier aborde des thèmes généraux nécessaires pour une bonne compréhension des principes fondamentaux de l'écologie des champignons tels que l'organisation, la croissance et la fonction des structures mycéliennes et de l'impact des facteurs biotiques et abiotiques sur les populations de champignons. Le second traite des communautés fongiques des sols ou de certains types de substrats et des processus de colonisation et de décomposition de la matière végétale. Le dernier se focalise sur les champignons caractéristiques de certains habitats spécifiques.

La multiplicité des chapitres facilite une recherche rapide de l'information. Chaque chapitre est subdivisé en plusieurs sous-chapitres bien structurés et l'ensemble représente un type d'organisation permettant un balayage visuel rapide du contenu de cet ouvrage. Après une courte introduction, le premier chapitre traite du mycelium et des substrats favorisant sa croissance. Les chapitres suivants abordent la structure des communautés fongiques, la colonisation et la décomposition des feuilles végétales ainsi que le développement des communautés fongiques sur les arbustes et les graminées. La colonisation et la décomposition du bois, les champignons des sols et des rhizosphères, les champignons coprophiles, les champignons aquatiques constituent les thèmes des chapitres cinq à neuf. Les derniers chapitres apportent un éclairage particulier sur les champignons nematophages, les champignons pyrophiles ou selon un terme plus récent « phoenicoïdes », les champignons des environnements extrêmes et, enfin, sur les macromycètes terrestres.

Une importante bibliographie complète cet ouvrage. Elle couvre une centaine de pages et comporte de nombreuses références très récentes. L'iconographie est également abondante avec des reproductions en noir et blanc. Les documents reproduits sont tous de qualité y compris les diagrammes et les dessins schématiques didactiques.

En résumé cet ouvrage devrait intéresser non seulement les étudiants mais également les spécialistes désireux d'acquérir une certaine culture générale des groupes de champignons autres que ceux de leur spécialité.

Jean Mouchacca

KOHLER F. & PELLEGRIN F. : **Pathologie des Végétaux Cultivés. Nouvelle-Calédonie, Polynésie Française, Wallis et Futuna.** Editions de l'ORSTOM. Institut Français de Recheche Scientifique pour le Développement en Coopération, Collection Didactique, ISBN 12-7099-1113 2, Paris 1992, 171 pp.

Comme le soulignent les auteurs : « Ce manuel n'a pas la prétention de donner une image de toutes les maladies des plantes cultivées dans la région. Cependant, comme il fallait bien faire un choix, parmi de nombreux faciès parasitaires, les symptômes ont été sélectionnés de façon à décrire les plus caractéristiques et de guider l'utilisateur vers le diagnostic et les moyens de lutte ».

La partie « descriptif des symptômes et planches photographiques » ou « symptômes et traitements » représente le corps de l'ouvrage. Elle traite des affections concernant plus d'une centaine d'espèces végétales. Celles-ci sont regroupées en plantes maraîchères, vivrières et fruitières, céréales et fourrages, plantes ornementales, bois d'œuvre et d'ombrage. Pour chaque affection une courte fiche signalétique comporte les noms latins et vernaculaires de la plante-hôte, le nom du pathogène, la localisation de l'affection et une valeur d'échelle de son importance économique. Un texte assez court décrit en termes très simples les symptômes respectifs. Trois fiches signalétiques sont reproduites sur chaque page de gauche, la partie droite de l'ouvrage étant réservée à l'iconographie correspondante.

L'ouvrage comporte également un chapitre sur les techniques de lutte à envisager. Son objectif est de permettre aux professionnels ayant identifié un problème phytopathologique, de prendre les mesures nécessaires pour protéger les cultures par des moyens chimiques, des techniques génétiques ou par une lutte type agronomique, sans oublier les moyens phytosanitaires élémentaires. On trouve également un glossaire des principaux symptômes décrits, une classification simplifiée des champignons phytopathogènes.

Un intéressant lexique des synonymes anglais des principales affections parasitaires ou physiologiques connues dans le Pacifique Sud permettra aux lecteurs de se familiariser avec ces termes phytopathologiques souvent rencontrés sur les fiches techniques des produits phytosanitaires. On trouve ensuite une liste par plante-hôte des agents pathogènes des plantes cultivées et inversement une liste par agents pathogènes indiquant leurs plantes-hôtes. L'ouvrage se complète par une bibliographie importante et relativement exhaustive.

Le choix du format sélectionné paraît judicieux (36 × 18 cm), autorisant une certaine facilité de maniement, surtout en condition de terrain. Il en est de même pour le type de reliure proposé qui permet un examen détaillé du texte sans risque de détérioration physique.

Les qualités de présentation méritent également d'être soulignées. Cette remarque concerne aussi bien le type de papier employé que les techniques d'impression en couleur. Le type de caractère sélectionné favorise un balayage visuel rapide facilitant ainsi la recherche de l'information. L'abondante iconographie proposée résulte sans conteste d'une sélection rigoureuse de documents photographiques très fidèles des affections traitées. La reproduction des documents en couleur est d'un niveau adéquat.

Tout cela contribue à féliciter les deux auteurs pour la publication de ce document, attendu depuis longtemps par les exploitants agricoles de cette petite région francophone du Pacifique Sud. L'ouvrage proposé est à la hauteur des documents de même nature publiés par l'APDS dans sa série « Compendium des maladies des plantes ». Nul besoin de recommander ce livre à vocation didactique aux exploitants agricoles de la Nouvelle-Calédonie.

Jean Mouchacca

NAG RAJ T. R. — **Coelomycetous anamorphs with appendage-bearing conidia.** Mycologue Publications, 331 Daleview Place, Waterloo, Ontario N2L 5M5, Canada. 1101 pp., 469 figures and 8 planches.

Cet ouvrage est, sans conteste, destiné à devenir un classique en mycologie. Déjà, dans l'avant-propos, rédigé par l'éminent mycologue et compagnon de route de l'auteur qu'est Bryce Kendrick, le ton est donné. Un large spectre de qualificatif est employé pour tenter de décrire la finesse des illustrations proposées, la masse d'informations rapportées dans ce millier de pages, dégagées à partir de minutieux examens, au microscope optique, de centaines de spécimens collectés presque à l'échelle mondiale, l'ardeur de l'auteur à s'attaquer à un groupe taxonomique réputé rebutant par la plupart des mycologues qui ont auparavant tenté de résoudre quelque uns de ses problèmes particuliers...En effet, la remarquable qualité des dessins au trait proposés s'apparente plus à l'art mycologique qu'à un simple objectif de reproduction de structures mycéliennes. Ceci rehausse grandement l'étude des espèces comparativement peu connues ou de moindre importance économique.

Le titre de l'ouvrage paraît non usuel car il ne correspond pas à un groupe taxonomique défini, mais à celui d'un ensemble de champignons du groupe des coelomycètes ayant en commun la production de conidies pourvues d'appendices. Ces structures sporales sont les éléments d'un mode particulier de dissémination, qui caractérise les espèces fongiques produisant des conidies restant groupées en masse après leur formation suite à la production d'un mucilage.

Cet ensemble écologique d'espèces comporte d'importants pathogènes des plantes appartenant à des genres tels que *Pestalotia* au sens large, *Colletotrichum* et *Phyllosticta*. L'auteur propose également une révision de quelques espèces rattachées auparavant au genre mycotoxigénique *Myrothecium*. Des descriptions complètes et des illustrations très détaillées de 423 espèces représentent le cœur de l'ouvrage (40 taxons nouveaux pour la science). Ces espèces appartiennent à 142 genres dont dix sont proposés par l'auteur.

Les premiers chapitres introductifs proposent un bref aperçu historique, une révision détaillée des caractères morphologiques, une discussion des concepts génériques et des conseils sur la collecte et l'examen de matériel.

Le chapitre traitant des caractères morphologiques est la pierre angulaire pour la compréhension et l'utilisation de l'ouvrage. En fait, l'auteur distingue un nombre marqué de type d'appendices conidiens au moyen de critères morphologiques et de différenciation. La méthode de description de l'ontogénie conidiale introduite par l'équipe des mycologues anglais est utilisée dans toutes les descriptions fournies.

La partie taxonomique couvre la presque totalité de l'ouvrage. Elle commence avec des clefs dichotomiques et synoptiques des genres abordés. Viennent ensuite les parties strictement taxonomique. Les genres traités sont présentés par ordre alphabétique et chacun de ces chapitres contient une diagnose générique, des clefs synoptiques et dichotomiques, les descriptions et illustrations du type et autres espèces examinées, les détails de typification ; le tout étant suivi d'une liste des taxa exclus ou non examinés. L'ouvrage se termine par un glossaire, un index respectif des champignons et des plantes-hôtes.

Ce document restera pendant longtemps un guide essentiel pour la détermination des éléments de ce groupe de champignons. Les analyses génériques proposées ne sont pas des monographies exhaustives, sauf pour les genres regroupant un petit nombre d'espèces, ce qui n'est le cas que pour très peu d'entre eux. Ces analyses sont d'excellentes synthèses partielles qui ont le mérite d'ouvrir la voie à des recherches spécifiques plus élaborées. La réalisation progressive de ces dernières permettra de combler les lacunes existantes, mais ce processus ne se concrétisera pas avant plusieurs années. On peut donc souligner que l'auteur à donné un souffle nouveau à la systématique de ce groupe taxonomique très rebutant et que peu de mycologues se hasardent à aborder.

Enfin, ce livre représente le fruit d'un travail mené sur plusieurs décennies. Il reste à espérer que quelque uns des problèmes non encore résolus, pour atteindre des niveaux

monographiques pour quelques genres, seront assez rapidement abordés par ce mycologue dont la patience et la passion peuvent être qualifiés d'inégalables.

Jean Mouchacca

The Mycota. A comprehensive treatise on Fungi as experimental systems for basic and applied research. K. Esser, P.A. Lemke Ed.
II: Genetics and Biotechnology U. Kück vol. ed. Springer Verlag, 1995.

Voici le deuxième volume de la série « The Mycota », comme on commence à l'appeler dans les laboratoires, au même titre que son glorieux ancêtre « The fungi » dans les années 1970. Il s'agit d'une série d'ouvrages (7 sont prévus) proposant, sur des thèmes définis, des mises à jour synthétiques des connaissances actuelles, reposant sur une bibliographie dense.

Le premier tome de la série traitait de la « Croissance, Différenciation et Sexualité des champignons ». Celui-ci est consacré à la génétique tant du point de vue de l'analyse formelle que moléculaire. L'aspect appliqué en est également traité dans plusieurs chapitres portant sur la biotechnologie des champignons.

Les contributions, qui font appel à 34 spécialistes, sont regroupées en trois rubriques principales. La première « Génétiques chromosomique et mitochondriale » comporte trois chapitres principaux, synthèse des connaissances acquises en génétique mendelienne sur les incontournables modèles de champignons filamenteux que sont *Neurospora*, *Aspergillus* et *Coprinus*. La quatrième chapitre est consacré à l'étude, réalisation et exploitation, des proptoplastes utilisés en génétique des organismes à reproduction asexuée, ou à parasexualité et exploités comme outils en biochimie et biologie cellulaire. Les principes et méthodes de séparation des chromosomes par électrophorèse, avec application à l'étude du polymorphisme chromosomique RFLP (Restriction Fragments Length Polymorphim), RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) et à la production de caryotypes par electrophorèse en champ pulsé PFGE (Pulsed Field gel Electrophoresis) et leurs application, constituent le cinquième chapitre. Les suivants proposent un point sur la génétique mitochondrienne des modèles *Saccharomyces* et *Neurospora*. Dans ces synthèses l'apport de la biologie moléculaire est particulièrement notable dans la compréhension de la transmission extrachromosomique des caractères tels que la déficience respiratoire et la sénescence.

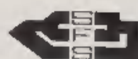
La deuxième partie traite de la génétique moléculaire et comprend 7 chapitres étoffés qui permettent une mise à jour et une bonne compréhension de ces phénomènes particulièrement pour ceux qui ne sont pas familiers de ce domaine. À un chapitre sur les procédés de transformation succèdent ceux qui portent sur la régulation des gènes chez les levures puis chez les champignons filamenteux (chapitres 9 et 10). Les facteurs génétiques extranucléaires sont ensuite abordés, au chapitre 11 d'abord, qui traite de la diversité des plasmides à ADN et de leur participation aux mécanismes de transformation chez les champignons filamenteux puis aux chapitres 12 et 13 décrivant le phénotype killer chez les levures, causé par des plasmides à DNA et du RNA viral. Levures et champignons filamenteux sont des modèles expérimentaux efficaces qui ont permis l'étude de phénomènes biologiques fondamentaux. Parmi ceux-ci la découverte d'éléments génétiques ayant une activité transcriptase reverse, rétrotransposons chez les levures (chapitre 14) et chez les filamenteux, (chap. 15).

La dernière partie comprend 5 chapitres sur l'aspect génétique de la biotechnologie des champignons : biosynthèse des antibiotiques, dégradation de la lignine, biologie moléculaire des champignons cellulolytiques, stratégies moléculaires pour la multiplication des Agarics. Elle se termine par une revue sur la production et l'utilisation des lipides fongiques dans les biotechnologies.

Le volume 2 de « The Mycota » est un ouvrage dense riche d'informations d'actualité et d'une bibliographie abondante. Il sera certainement un ouvrage de référence pour tous ceux, enseignants et étudiants qui souhaitent s'initier ou mettre en œuvre les innombrables ressources de la génétique moléculaire chez les champignons et ses applications.

Marie-France Roquebert

Commission paritaire 16-1-1986 - N° 58611 - Dépôt légal 3e trimestre 1996 - Imprimerie F. Paillart
Sortie des presses le 31 juillet 1996 - Imprimé en France
Éditeur : A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames)
Président : D. Lamy ; Secrétaire : B. Dennetière
Trésorier : E. Bury ; Directeur de la publication : H. Causse

Société Française de Systématique 

La Société Française de Systématique réunit les systématiciens ou les personnes intéressées par la Systématique et les informe en publiant un *Bulletin*. Elle convie ses membres à des colloques annuels transdisciplinaires, au cours desquels les systématiciens et d'autres scientifiques peuvent s'exprimer et débattre.

Cotisation annuelle: 100F

Demande d'adhésion à adresser au:
Secrétariat de la Société Française de Systématique, 45 rue Buffon, F-75005 Paris.
CCP 7-367-80 D PARIS

***La Société édite aussi la série* Biosystema.**
Prix TTC du Biosystema (France, Etranger): 150 FF, membre SFS : 100 FF.

Biosystema 1 - Introduction à la systématique zoologique - (Concepts, Principes, Méthodes) par L. Matile, P. Tassy & D. Goujet. 1987.
Biosystema 2 - Systématique Cladistique - Quelques textes fondamentaux. Glossaire. Traduction et adaptation de D. Goujet, L. Matile, P. Janvier & J.P. Hugot. 1988
Biosystema 3 - La systématique et l'évolution de Lamarck aux théoriciens modernes, par S. Løvtrup. 1988.
Biosystema 4 - L'analyse cladistique: problème et solutions heuristiques informatisées, par M. d'Udekem-Gevers. 1990.
Biosystema 5 - Les introuvables de J.B. Lamarck- Discours d'ouverture du cours de zoologie et articles du Dictionnaire d'Histoire naturelle. Edition préparée par D. Goujet. 1990.
Biosystema 6 - Systématique et Ecologie, par R. Barbault, Cl. Combes, F. Renaud, N. Le Brun & A. Dubois. Edition coordonnée par J.P. Hugot. 1991.
Biosystema 7 - Systématique et Biogéographie Historique. Textes historiques et méthodologiques. Traduction et adaptation de P. Janvier, L. Matile & Th. Bourgoin. 1991.
Biosystema 8 - Systématique et Société. Edition coordonnée par G. Pasteur. 1993.
Biosystema 9 - Les Monocotylédones, par J. Mathez. 1993.
Biosystema 10 - Systématique botanique : problèmes actuels. Edition coordonnée par O. Poncy. 1993.
Biosystema 11 - Systématique et Phylogénie: modèles d'évolution biologique. Edition coordonnée par P. Tassy et H. Lelièvre. 1994.
Biosystema 12 - Phylsyst: logiciel de reconstruction phylogénétique, par I. Bichindaritz, S. Potter & B. Sigwalt †. 1994.
Biosystema 13 - Systématique et Biodiversité. Edition coordonnée par Th. Bourgoin. 1995.
Biosystema 14 - Systématique et Informatique. Edition coordonnée par J. Lebbe, en préparation.

Le Conseil de la SFS, XII.1995

SOMMAIRE

Cryptogamie, Mycol. 1996, 17 (2) : 61-138